



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 1°.- 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 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

**RESOLUCIÓN N° 731**

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI  
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS  
Secretario Académico

<p><b>Carrera: Ingeniería Química</b></p> <p><b>Asignatura: Termodinámica</b></p> <p>Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)</p>
--

<b>Datos administrativos de la asignatura</b>			
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 %

<b>Asignaturas correlativas previas</b>
<p>Para cursar y rendir debe tener cursada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Química Inorgánica</li> <li>— Análisis Matemático II</li> <li>— Física II</li> </ul> <p>Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Análisis Matemático I</li> <li>— Química</li> </ul>

<b>Asignaturas correlativas posteriores</b>
<p>Asignatura/s que la requieren cursada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Operaciones Unitarias I</li> <li>— Tecnología de la Energía Térmica</li> <li>— Operaciones Unitarias II</li> <li>— Ingeniería de las Reacciones Químicas</li> </ul> <p>Asignatura/s que la requieren aprobada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Proyecto Final</li> </ul>

<b>Presentación. Fundamentación.</b>
<p>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</p>

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):

CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

**Nivel de aporte**

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 N° 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 N° 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 N° 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 PV<sub>T</sub> 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 N° 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 N° 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 N° 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.