



San Francisco, 23 de febrero de 2017

VISTO la Resolución C.D. N° 557/2016, la Ordenanza N° 1549/2016 y el proceso de acreditación de carreras de grado solicitado por CONEAU, y

CONSIDERANDO:

Que la Resolución C.D. N° 557/2016 aprueba el modelo de planificación y programa analítico utilizado por la facultad Regional San Francisco.

Que la Ordenanza N° 1549/2016 Reglamento de Estudio para todas las carreras de grado de la UTN, en su artículo 8.2.1 hace referencia que sobre el programa analítico completo de la asignatura, aprobado por el Consejo Directivo, versará la instancia de evaluación final.

Que el sistema de CONEAU Global solicita como anexo en la sección de las materias curriculares de cada carrera, la carga del programa analítico, desprendido de la planificación de la asignatura.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó exhaustivamente la propuesta y aconsejó su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el estatuto universitario.

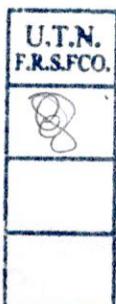
Por ello,

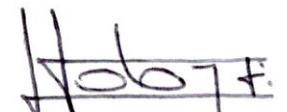
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
RESUELVE:

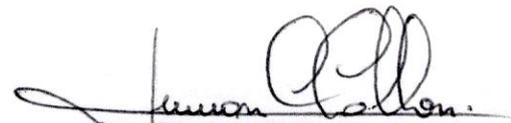
ARTÍCULO 1º.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura Termodinámica, de la carrera Ing. Química, del Plan 1995, de la Ordenanza N° 1028 del Diseño Curricular, del nivel 3º, cuya carga horaria anual es de 4 hs. y con régimen de dictado Cuatrimestral, según ANEXO I que se adjunta a la presente.

ARTÍCULO 2º.- Regístrese, comuníquese, cumplido archívese.

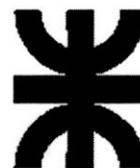
RESOLUCIÓN CD N°: 57 /2017



  
ING. ALBERTO R. TOLOZA  
Decano

  
JUAN CARLOS CALLONI  
Secretaría Académica

**Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional  
San Francisco**



**Ing. QUÍMICA**

# **TERMODINÁMICA**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>UBICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>PROGRAMA ANALÍTICO</b> .....	<b>4</b>

## UBICACIÓN

Dentro del contexto curricular prescripto se ubica en:

**Carrera:** Ing. Química  
**Plan:** 1995 AD  
**Ordenanza Diseño Curricular:** Ord. 1028  
**Bloque:** Tecnologías Básicas  
**Área:** Química  
**Nivel:** Tercer Nivel  
**Carga Horaria Semanal:** 8 Hs  
**Régimen:** Cuatrimestral – 1º cuatrimestre

## PROGRAMA ANALÍTICO

### **Eje Temático N° 1: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

#### **Unidad N° 1: INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

- LA TERMODINÁMICA SU ALCANCE Y SUS MÉTODOS.
- 1.1 SISTEMAS TERMODINÁMICOS.
- 1.2 TIPOS DE SISTEMAS.
- 1.3 PERSPECTIVA MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE LA TERMODINÁMICA.
- 1.4 PROPIEDADES, ESTADOS, PROCESOS Y EQUILIBRIO.
- 1.5 PROPIEDADES EXTENSIVAS E INTENSIVAS.
- 1.6 FASE Y SUSTANCIA PURA.
- 1.7 EQUILIBRIO.
- 1.8 UNIDADES PARA MASA, LONGITUD, TIEMPO Y FUERZA.
- 1.9 UNIDADES SI
- 1.10 VOLUMEN ESPECÍFICO Y PRESIÓN.
- 1.11 DENSIDAD Y VOLUMEN ESPECÍFICO.
- 1.12 PRESIÓN. 1.13 TEMPERATURA.
- 1.14 EQUILIBRIO TÉRMICO.
- 1.15 TERMÓMETROS.
- 1.16 LA ESCALA DE TEMPERATURA DE GAS Y LA ESCALA KELVIN.
- 1.17 LAS ESCALAS CELSIUS, RANKINE Y FAHRENHEIT.
- 1.18 SÍNTESIS COMPLEMENTARIA.
- 1.19 ESTADO DE UN SISTEMA.
- 1.20 PROPIEDADES.
- 1.21 MOL.
- 1.22 LEY DE ABOGADOR.
- 1.23 EQUILIBRIO TERMODINÁMICO.
- 1.24 TRANSFORMACIONES O PROCESOS.
- 1.25 CICLO.
- 1.26 TEMPERATURA.
- 1.27 PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA.
- 1.28 ESCALA.
- 1.29 CALOR ESPECÍFICO.
- 1.30 CALORIMETRÍA.
- 1.31 BALANCE TÉRMICO.

## Unidad Nº 2: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

- LA ENERGÍA Y EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.
- 2.1 CONCEPTO MECÁNICO DE LA ENERGÍA
- 2.2 TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA
- 2.3 ENERGÍA POTENCIAL.
- 2.4 CONCLUSIÓN
- 2.5 ENERGÍA TRANSFERIDA MEDIANTE TRABAJO.
- 2.6 CONVENIO DE SIGNOS Y NOTACIÓN.
- 2.7 TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN.
- 2.8 TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN EN PROCESOS DE CUASIEQUILIBRIO.
- 2.9 ENERGÍA DE UN SISTEMA.
- 2.10 EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.
- 2.11 DEFINICIÓN DE LA VARIACIÓN DE ENERGÍA.
- 2.12 LA ENERGÍA INTERNA.
- 2.13 EL PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS.
- 2.14 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR.
- 2.15 CONVENIO DE SIGNOS Y NOTACIÓN.
- 2.16 MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.
- 2.17 CONCLUSIÓN.
- 2.18 EL BALANCE DE ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS.
- 2.19 EXPRESIONES DEL BALANCE DE LA ENERGÍA.
- 2.20 EJEMPLOS.
- 2.21 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CICLOS.
- 2.22 INTRODUCCIÓN.
- 2.23 CICLOS DE POTENCIA.
- 2.24 CICLOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR.
- 2.25 ANÁLISIS ENERGÉTICOS DE SISTEMAS ABIERTOS.
- 2.26 CONSERVACIÓN DE LA MASA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.27 DESARROLLO DEL BALANCE DE MATERIA.
- 2.28 FORMAS DEL BALANCE DE MATERIA.
- 2.29 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.30 DESARROLLO DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.31 TRABAJO PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.

- 2.32 FORMAS DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.33 ANÁLISIS DE VOLUMEN DE CONTROL EN ESTADO ESTACIONARIO.
- 2.34 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN ESTADO ESTACIONARIO.
- 2.35 EJEMPLOS.
- 2.36 ANÁLISIS DE TRANSITORIOS

### **Unidad N° 3: TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

- MEZCLA DE GASES PERFECTOS.
- 3.1 INTRODUCCIÓN.
- 3.2 LEY DE DALTON DE LAS PRESIONES PARCIALES.
- 3.3 RELACIONES FUNDAMENTALES.
- 3.4 CONVERSIÓN DE UN ANÁLISIS DE GASES VOLUMÉTRICO A OTRO MÁSCICO (GRAVIMÉTRICO) Y VICEVERSA.
- 3.5 CONSTANTE DEL GAS DE LA MEZCLA.
- 3.6 MASA MOLECULAR RELATIVA MEDIA DE LA MEZCLA.
- 3.7 PRESIONES PARCIALES.
- 3.8 CALOR ESPECÍFICO Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA.
- 3.9 PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA.
- 3.10 APLICACIONES DEL PRIMER PRINCIPIO A ALGUNOS PROCESOS REVERSIBLES EN SISTEMAS ESTÁTICOS CERRADOS.
- 3.11 PROCESO ISOCÓRICO DE LOS GAS
- 3.12 PRIMERA LEY DE GAY LUSSAC.
- 3.13 PROCESO ISOBÁRICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.14 2° LEY DE GAY LUSSAC.
- 3.15 PROCESO ISOTÉRMICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.16 LEY DE BOYLE Y MARIOTTE.
- 3.17 PROCESO ADIABÁTICO – ISENTRÓPICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.18 PROCESO POLITRÓPICO.
- 3.19 PROCESO POLITRÓPICO REVERSIBLE DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.20 PROCESOS IRREVERSIBLES ASIMILABLES A LOS POLITRÓPICOS.
- 3.21 VALORES DEL EXPONENTE N DE LA POLITRÓPICA.
- 3.22 LA RELACIÓN PVT PARA GASES.
- 3.23 CONSTANTE UNIVERSAL DE LOS GASES.

- 3.24 FACTOR DE COMPRESIBILIDAD.
- 3.25 GRÁFICA DEL FACTOR GENERALIZADO DE COMPRESIBILIDAD.
- 3.26 EL MODELO DE GAS IDEAL.
- 3.27 ENERGÍA INTERNA, ENTALPÍA Y CALORES ESPECÍFICOS DE LOS GASES IDEALES.
- 3.28 TABLAS DE GAS IDEAL.
- 3.29 HIPÓTESIS DE CALORES ESPECÍFICOS CONSTANTES.
- 3.30 PROCESOS POLITRÓPICOS DE UN GAS IDEAL.
- 3.31 RELACIONES TERMODINÁMICAS PARA SUSTANCIAS SIMPLES COMPRESIBLES.
- 3.32 ECUACIÓN DE ESTADO.
- 3.33 INTRODUCCIÓN.
- 3.34 ECUACIONES DE ESTADO DE DOS CONSTANTES.

**Eje Temático Nº 2: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA  
SISTEMAS HETEROGÉNEOS - VAPORES**

**Unidad Nº 4: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

- 4.1 EL SEGUNDO PRINCIPIO Y LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.2 FENOMENOLOGÍA.
- 4.3 CONCLUSIONES.
- 4.4 LA SEGUNDA LEY O SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.5 ENUNCIADO.
- 4.6 LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.7 LOS SISTEMAS AISLADOS Y LA REALIDAD.
- 4.8 REVERSIBILIDAD DE UN UNIVERSO FÍSICO.
- 4.9 REVERSIBILIDAD Y EQUILIBRIO.
- 4.10 REVERSIBILIDAD Y ENTROPÍA.
- 4.11 FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL SEGUNDO PRINCIPIO.
- 4.12 LA VARIACIÓN DE ENTROPÍA DE UN SISTEMA EN UNA EVOLUCIÓN IRREVERSIBLE O REAL.
- 4.13 SÍNTESIS.
- 4.14 GENERALIZACIÓN.
- 4.15 FUNDAMENTO DEL CÁLCULO DE ENTROPÍAS.
- 4.16 MÁQUINAS TÉRMICAS.
- 4.17 RENDIMIENTO TÉRMICO.
- 4.18 CICLO DE CARNOT.
- 4.19 CALOR UTILIZABLE Y ENERGÍA NO UTILIZABLE DE UNA FUENTE
- 4.20 EXERGÍA

## Unidad N° 5: SISTEMAS HETEROGÉNEOS - VAPORES

- PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA SIMPLE Y COMPRESIBLE.
- 5.1 EL PRINCIPIO DE ESTADO.
- 5.2 LA RELACIÓN P-V-T.
- 5.3 LA SUPERFICIE P-V-T.
- 5.4 PROYECCIONES DE LA SUPERFICIE P-V-T.
- 5.5 CAMBIO DE FASE.
- 5.6 VALORES DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.
- 5.7 PRESIÓN, VOLUMEN ESPECÍFICO Y TEMPERATURA.
- 5.8 ENERGÍA INTERNA Y ENTALPÍA ESPECÍFICAS.
- 5.9 LOS CALORES ESPECÍFICOS  $C_v$  y  $C_p$ .
- 5.10 APROXIMACIONES PARA LÍQUIDOS USANDO DATOS DE LÍQUIDOS SATURADO,
- 5.11 EL MODELO DE SUSTANCIA INCOMPRESIBLE.
- 5.12 FUNCIONES TERMODINÁMICAS DE DOS VARIABLES INDEPENDIENTES.
- 5.13 RELACIONES A PARTIR DE DIFERENCIALES EXACTAS.
- 5.14 DIFERENCIALES EXACTAS MÁS IMPORTANTES.
- 5.15 RELACIONES DE MAXWELL.
- 5.16 FUNCIONES TERMODINÁMICAS FUNDAMENTALES.
- 5.17 RELACIONES TERMODINÁMICAS QUE INCLUYEN LA ENTROPÍA, LA ENERGÍA INTERNA Y LA ENTALPÍA.
- 5.18 ECUACIÓN DE CLAPEYRON.
- 5.19 EXPRESIONES PARA  $\Delta s$ ,  $\Delta u$  Y  $\Delta h$  EN REGIONES DE UNA SOLA FASE.
- 5.20 OTRAS RELACIONES TERMODINÁMICAS.
- 5.21 COEFICIENTES DE DILATACIÓN ISÓBARA Y DE COMPRESIBILIDAD ISOTERMA E ISOENTRÓPICA.
- 5.22 RELACIONES QUE INCLUYEN LOS CALORES ESPECÍFICOS Y SU COCIENTE.
- 5.23 COEFICIENTE DE JOULE-THOMSON.

**Eje Temático N° 3: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR -  
CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS - AIRE  
HÚMEDO.**

**Unidad N° 6: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A  
VAPOR**

- CILOS DE VAPOR PARA PRODUCCIÓN DE TRABAJO
- 6.1 ASPECTOS PRELIMINARES.
- 6.2 EL CICLO RANKINE.
- 6.3 PRINCIPALES TRANSFERENCIAS DE CALOR Y TRABAJO.
- 6.4 EL CICLO RANKINE IDEAL.
- 6.5 EFECTOS DE LAS PRESIONES DE CALDERA Y CONDENSADOR EN EL CICLO RANKINE.
- 6.6 PRINCIPALES IRREVERSIBILIDADES Y PÉRDIDAS.
- 6.7 SOBRECALENTAMIENTO Y RECALENTAMIENTO.
- 6.8 EL CICLO DE POTENCIA TREGENERATIVO.
- 6.9 CALENTADOR ABIERTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.10 CALENTADOR CERRADO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.11 CALENTADORES MÚLTIPLES DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.12 CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE TRABAJO, CICLOS BINARIOS DE VAPOR Y COGENERACIÓN.
- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR.
- 6.13 INTRODUCCIÓN.
- 6.14 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.15 TRANSFERENCIAS MÁS IMPORTANTES DE TRABAJO Y CALOR.
- 6.16 COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CON COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.17 PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES.
- 6.18 SISTEMA EN CASCADA Y DE COMPRESIÓN MULTITAPA.
- 6.19 CICLOS EN CASCADA.
- 6.20 COMPRESIÓN MULTITAPA CON REFRIGERACIÓN.
- 6.21 REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN.
- 6.22 BOMBAS DE CALOR.
- 6.23 EL CICLO DE CARNOT DE BOMBA DE CALOR.

- 6.24 BOMBAS DE CALOR POR COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.25 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN CON GAS.
- 6.26 EL CICLO BRAYTON DE REFRIGERACIÓN.
- 6.27 APLICACIONES ADICIONALES DE LA REFRIGERACIÓN CON GAS#

### **Unidad Nº 7: CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS**

- 7.1 CICLO OTTO.
- 7.2 EL CICLO DE CUATRO TIEMPOS
- 7.3 CICLO HIPOTÉTICO Y CÁLCULO DEL RENDIMIENTO.
- 7.4 ESTÁNDARES IDEALES DE COMPARACIÓN.
- 7.5 DIAGRAMA IDEAL DEL INDICADOR PARA UN MOTOR DEL TIPO OTTO.
- 7.6 CAMBIOS DE DISEÑOS PARA AUMENTAR LA POTENCIA, EN EL OTTO.
- 7.7 CICLO DIESEL.
- 7.8 CICLO DUPLEX.
- 7.9 COMPARACIÓN DE LOS CICLOS DE AIRE NORMAL.
- 7.10 RELACIÓN DE COMPRESIÓN Y SUMINISTROS DE CALOR CONSTANTES.
- 7.11 LA PRESIÓN MÁXIMA Y LA APORTACIÓN DE CALOR CONSTANTES.
- 7.12 LA PRESIÓN MÁXIMA Y EL TRABAJO PRODUCIDO CONSTANTES.
- 7.13 PRESIÓN MÁXIMA Y TEMPERATURA CONSTANTES.
- 7.14 MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN Y NÚMERO DE CETANO.
- 7.15 TURBOCOMPRESOR.
- 7.16 DETALLES DE FUNCIONAMIENTO.
- 7.17 MÉTODOS AVANZADOS PARA EL CONTROL DE LA DETONACIÓN.
- 7.18 ENFRIAMIENTO DEL AIRE E INYECCIÓN DE NAFTA.
- 7.19 MATERIALES ESPACIALES.
- 7.20 TURBINAS DE GAS.
- 7.21 FUNCIONAMIENTO DE UNA SIMPLE PLANTA O CENTRAL PRODUCTORA DE ENERGÍA POR TURBINA DE GAS DE CICLO ABIERTO.
- 7.22 CICLO YOULE O BRAYTON.
- 7.23 CICLO REGENERATIVO DE LA TURBINA DE GAS.
- 7.24 RENDIMIENTO DEL CICLO CON FRICCIÓN DEL FLUIDO.

## Unidad N° 8: AIRE HÚMEDO

- MEZCLA DE GASES IDEALES:  
CONSIDERACIONES GENERALES.
- 8.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.
- 8.2 RELACIONES P-V-T EN MEZCLA DE GASES IDEALES.
- 8.3 U,H,S PARA MEZCLAS DE GASES IDEALES.
- 8.4 PROCESOS CON MEZCLAS A COMPOSICIÓN CONSTANTE.
- 8.5 MEZCLA DE GASES IDEALES.
- 8.6 APLICACIÓN A LA PSICROMETRÍA.
- 8.7 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PSICROMETRÍA.
- 8.8 AIRE HÚMEDO.
- 8.9 HUMEDAD ESPÉCIFICA Y HUMEDAD RELATIVA.
- 8.10 AIRE HÚMEDO EN CONTACTO CON AGUA LÍQUIDA.
- 8.11 PUNTO DE ROCÍO.
- 8.12 APLICACIÓN DE LA MASA Y LA ENERGÍA A LOS SISTEMAS PSICOMÉTRICOS.
- 8.13 LAS TEMPERATURAS DE SATURACIÓN ADIABÁTICA Y DE BULBO HÚMEDO.
- 8.14 EL PROCESO DE SATURACIÓN ADIABÁTICA.
- 8.15 TEMPERATURAS DE BULBO HÚMEDO Y DE BULBO SECO.
- 8.16 DIAGRAMA PSICOMÉTRICOS.
- 8.17 PROCESOS PSICROMÉTRICOS.
- 8.18 DESHUMIDIFICACIÓN.
- 8.19 HUMIDIFICACIÓN.
- 8.20 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.
- 8.21 MEZCLA ADIABÁTICA DE DOS CORRIENTES DE AIRE HÚMEDO.