



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Salta, 02 de Junio de 2010

365/10

Expte. N° 14.326/06

VISTO:

Las actuaciones por las cuales la Dr. Elza Fani Castro Vidaurre eleva el nuevo programa analítico, bibliografía y reglamento interno de la asignatura **Termodinámica I** de la carrera de Ingeniería Química; teniendo en cuenta que dicha presentación cuenta con la anuencia de la Escuela de Ingeniería Química y de la Comisión de Asuntos Académicos, ésta última mediante Despacho N° 96/10, y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
(En su VI sesión ordinaria del 12 de Mayo de 2010)

RESUELVE

ARTICULO 1°.- Tener por aprobado a partir del período lectivo 2010, el nuevo Programa Analítico, Bibliografía y Reglamento Interno, que se transcriben en **ANEXO I** y **ANEXO II** respectivamente, de la asignatura **TERMODINÁMICA I (Q-8)** del Plan de Estudio 1999 modificado de la carrera de Ingeniería Química, presentado por la Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, a la Escuela de Ingeniería Química, a la Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE, y siga por la Dirección Administrativa Académica a los Departamentos Alumnos y Docencia para su toma de razón y demás efectos.

SIA/aam

Dra. Mónica Lilliana PARENTIS
SECRETARIA
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. JORGE FELIX ALMAZAN
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 1 -

ANEXO I
Res. N° 365-HCD-10
Expte. N° 14.326/06

Materia : TERMODINÁMICA I **Código: Q-8**
Profesora : Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE
Carrera : Ingeniería Química **Plan: 1999 mod**
Año : 2010

PROGRAMA ANALITICO

Contenidos mínimos: Soluciones gaseosas y líquidas. Balance de Materia con y sin reacción química. Balance de energía en sistemas cerrados y abiertos. El efecto de la reacción química. La generación de entropía. Estructura y relaciones de los potenciales termodinámicos. Cálculo de las propiedades termodinámicas. La combinación del Primer y Segundo Principio. Sus consecuencias.

Objetivo General

- Introducir al alumno en los fundamentos de la ingeniería química, preparándolo para recibir los conocimientos específicos de la carrera a adquirir en cursos posteriores.
- Introducir al alumno en el concepto de propiedades.
- Adquirir experiencia en el planteo de balances de materia, energía y entropía en sistemas cerrados y abiertos. Evolución con el tiempo y estado estacionario.
- Identificación de datos e incógnitas. Fijación de los grados de libertad de un dado problema. Ejercitación.

Objetivos Específicos

- Introducir al estudiante en el planteo de los principios de la termodinámica desde la perspectiva del balance de propiedades extensivas (materia, energía y entropía).
- Adquirir capacidad para resolver problemas de mediana complejidad de balances de materia en sistemas cerrados y abiertos en estado estacionario, con y sin reacciones químicas. Capacidad para determinar el número de reacciones químicas linealmente independientes y su estequiometría. Igualmente para el balance de energía y entropía.
- Adquirir habilidad para el cálculo de propiedades termodinámicas.

Programa Analítico

Tema 1. Introducción. Objeto de la asignatura. La hipótesis del continuo. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Fases de compuestos puros y más de un componente. Concentración. Diferentes formas de expresarla. Estados de la materia. El sistema

..//

Handwritten signatures and initials:
Reto
JF



gaseoso. Definición empírica de la temperatura. Relación P,V,T para sistemas gaseosos. Gases ideales y reales. Propiedades intensivas y extensivas.

Tema 2. Balance de Materia. Objeto del balance de materia. La conservación de la materia. Sus alcances. La expresión matemática del balance diferencial para sistemas perfectamente mezclados. Sistemas cerrados y abiertos. Generalización del balance para un sistema multicomponente. Efecto de las transformaciones químicas. Estequiometría. Grado de avance. Su relación con el balance de materia. Ejemplos de aplicación.

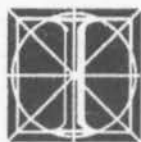
Tema 3. Balance de Energía. Objeto del balance de energía. Conceptos básicos. Energía cinética y potencial. Trabajo. Definición. Cálculo del trabajo. Su relación con variables internas y externas. Trabajo cuasi - estático. Concepto intuitivo de reversibilidad. La energía interna. Sistemas adiabáticos. Transformaciones adiabáticas. El principio de la conservación de la energía para sistemas cerrados. Variación de la energía interna con la temperatura. Relación entre el calor específico a volumen y a presión constante. Cálculo del trabajo adiabático cuasi - estático. Sistemas no adiabáticos. Generalización para sistemas abiertos. Balances de energía en sistemas abiertos. Leyes de la Termoquímica. Balances de energía en sistemas reaccionantes. Aplicaciones.

Tema 4. Balance de Entropía. Objeto del balance de entropía. El concepto de reversibilidad. Definición de la función entropía. El balance de entropía. El principio de la producción de entropía. Combinación del primer y segundo principio. Sus consecuencias. Desigualdad de Clausius. Cálculo de la producción de entropía. Definición de los potenciales termodinámicos. Cálculo de los potenciales en función de la ecuación de estado. Tablas y diagramas termodinámicos. Aplicación en cálculos ingenieriles. Sistemas abiertos en estado estacionario. Máquinas térmicas. Transformaciones cíclicas. Ciclos ideales y reales. Máquinas refrigerantes y bombas térmicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, M.M. y Van Ness, H.C.: "Teoría y problemas de termodinámica". McGraw-Hill, México, 1975. [B.I. 541.369.076 A-133, en español].
- Alberty, R.A. y Daniels, F.: "Fisicoquímica. Versión SI". C.E.C.S.A., México, 1984. [B.I. 541.3 A-334, en español].
- Aris, R.: "Análisis de Reactores". Alhambra, Madrid, 1973. [B.I. 660.283 A-714e, en español].
- Balzhiser R.E. y Samuels M.R.: "Termodinámica para Ingenieros". Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1979. [B.I. 541.369 B-198t, en español].

rote



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 3 -

ANEXO I

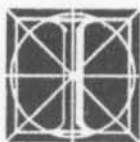
Res. N° 365-HCD-10

Expte. N° 14.326/06

- Balzhiser R.E.; Samuels M.R. and Eliassen J.D.: "Chemical Engineering Thermodynamics. The study of Energy, Entropy, and Equilibrium". Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1972. [B.I. 541.369 B-198c, en inglés].
- Balzhiser R.E.; Samuels M.R. and Eliassen J.D.: "Termodinámica química para ingenieros". Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1974. [B.I. 541.369 B-198e, en español].
- Bejan, A.: "Advanced Engineering Thermodynamics". 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997. [B.I. 621.402.1 B-423, en inglés].
- Callen H.B.: "Thermodynamics: An introduction to the physical theories of equilibrium thermostatics and irreversible thermodynamics". John Wiley, New York, 1960. [B.I. 541.369 C-157, en inglés].
- Callen H.B.: "Termodinámica: Introducción a las Teorías Físicas de la Termostática de Equilibrio y de la Termodinámica Irreversible". AC Libros Científicos y Técnicos, Madrid, 1981. [B.I. 541.369 C-157e, en español].
- Çengel, Y. y Boles, M.: "Termodinámica". Mc Graw-Hill Interamericana, México, 2003. [B.I. 541.369 C-395, en español].
- Denbigh, K.: "The Principles of Chemical Equilibrium with Applications in Chemistry and Chemical Engineering". University Press, Cambridge, 1964. [B.I. 541.392 D-391p, en inglés].
- Dodge, B.F.: "Chemical Engineering Thermodynamics". Mc Graw-Hill, New York, 1944. [B.I. 541.369 D-644, en inglés].
- Faires, V.M.; Simmang, C.M. y Brewer, A.V.: "Problemas de Termodinámica". UTEHA, México, 1976. [B.I. 541.369.076 F-165p, en español].
- Henley, E.J. y Rosen, E.M.: "Cálculo de Balances de Materia y Energía: Métodos manuales y empleo de máquinas calculadoras". Reverté, Barcelona, 1973. [B.I. 660.2 H-514e, en español].
- Himmelblau, D.M.: "Basic principles and calculations in chemical engineering". 3th Ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1974. [B.I. 660.284 H-658b, en inglés].
- Himmelblau, D.M.: "Basic principles and calculations in chemical engineering". 6th Ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1996. [B.I. 660.284 H-658e6, en inglés].
- Himmelblau, D.M.: "Principios básicos y cálculos en ingeniería química". 2da Ed. (traducción 6ta ed. inglés), Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1997. [B.I. 660.284 H-658e2, en español].
- Hougen, O.A.; Watson, K.M. y Ragatz, R.A.: "Principio de los Procesos Químicos". Reverté, Barcelona, 1976. [B.I. 660.2 H-838e, Vol I y II, en español].
- Huang, Francis.: "Ingeniería Termodinámica". Compañía Editorial Continental, México, 2003 [B.I. 541.369 H-874, en español]

rote

..//



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 4 -

ANEXO I

Res. N° 365-HCD-10

Expte. N° 14.326/06

- Jones, B.J. y Dugan, R.E.: "Ingeniería Termodinámica". Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1997. [B.I. 541.369 J-77, en español].
- Kyle B.G.: "Chemical and Process Thermodynamics". Prentice-Hall, New Jersey, 1984. [B. INQUI K-99, en inglés].
- Levenspiel, O.: "Fundamentos de Termodinámica". Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1997. [B.I. 541.369 L-657f, en español].
- Lewis G.N. and Randall M.: "Thermodynamics". 2nd Ed., Mc Graw-Hill, New York, 1961. [B.I. 541.369 L-674, en inglés].
- Münster, A.: "Classical Thermodynamics". John Wiley & Sons, Inc., New York, 1970. [B.I. 541.369 M-969, en inglés].
- Prigogine, I. and Defay, R.: "Chemical Thermodynamics". Longmans, Londres, 1962. [B.I. 541.369 P-951, en inglés].
- Rotstein E. y Fornari R.E.: "Termodinámica de procesos industriales, exergía y creación de entropía". Edigem, Buenos Aires, 1984. [B.I. 621.402.1 R-849, en español].
- Russel L.D. y Adebisi G.A.: "Termodinámica Clásica". Adison-Wesley Iberoamericana, Delaware, 1997. [B.I. 541.369 R-964, en español].
- Sandler, S.I.: "Chemical and Engineering Thermodynamics". John Wiley & Sons, Inc., New York, 1977. [B.I. 541.369 S-217, en inglés].
- Smith, J.M. y Van Ness, H.C.: "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". Mc Graw-Hill, México, 1980. [B.I. 541.369 S-651i, en español].

Forma de Evaluación

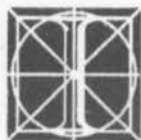
- Evaluación continua del alumno y del desarrollo del curso a través de informes de trabajos prácticos, cuestionarios rápidos, evaluaciones por tema, exámenes parciales y trabajos especiales.
- Los trabajos especiales comprenden diferentes tareas, tales como análisis, exposición y discusión sobre temas relacionados con el curso, utilización de software específico, etc.
- Dependiendo del tipo de instrumento utilizado, los alumnos son evaluados en forma individual o por grupos.
- La calificación final del alumno se obtiene ponderando las diferentes formas de evaluación, de acuerdo con normas establecidas por la Facultad.

Metodología

- Desarrollo del curso principalmente a través de clases de tipo teórico-prácticas, priorizando el aprendizaje de construcción del conocimiento por sobre la exclusiva transmisión.

..//

Handwritten signature/initials.



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 5 -

ANEXO I

Res. N° 365-HCD-10

Expte. N° 14.326/06

- Evaluación continua del alumno y del desarrollo del curso, utilizando diferentes tipos de instrumentos.
- Desarrollo de trabajos especiales tendientes a desarrollar una capacidad de expresión oral del alumno, activa participación en grupos de discusión y la integración de grupos de trabajo.

Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE
Prof. Responsable



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 1 -

ANEXO II
Res. N° 365-HCD-10
Expte. N° 14.326/06

Materia : TERMODINÁMICA I **Código:**
Profesor : Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE
Carrera : Ingeniería Química **Plan:** 1999 mod.
Año : 2002

REGLAMENTO INTERNO

1. SISTEMA DE EVALUACIÓN. Los alumnos serán evaluados en tres aspectos: (A) Exámenes Parciales (A), Tareas Varias (B) y Evaluaciones por Tema (C).

A) Exámenes Parciales

- Se tomarán tres exámenes parciales de carácter teórico-práctico evaluados en escala 0-100. Para continuar con el cursado de la materia los alumnos deben alcanzar un mínimo de 40 puntos en cada uno de los parciales o en sus correspondientes recuperaciones. Los alumnos con más de 40 puntos en un parcial, que así lo deseen, pueden rendir el parcial de recuperación. En este caso, el puntaje definitivo es el obtenido en el recuperatorio.

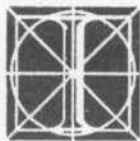
B) Nota Conceptual

- **Asistencia a Clases (B1):** El alumno deberá registrar como mínimo un 80% de asistencia para poder aprobar la materia. A partir de este porcentaje la asistencia se evalúa.
- **Informes de Trabajos Prácticos (B2):** Los alumnos presentarán un informe escrito de cada uno de los trabajos prácticos desarrollados. La fecha de presentación del informe será como máximo una semana después de finalizado el mismo. Los informes serán revisados teniendo en cuenta el grado de cumplimiento, la fecha de presentación, prolijidad, etc. La aprobación del 100% de los trabajos prácticos es condición necesaria para aprobar la materia. Para poder rendir cada parcial es necesario estar al día con la presentación de los Trabajos Prácticos.
- **Participación en Clases (B3):** Los alumnos serán evaluados de acuerdo con el grado de participación en clases tanto teóricas como prácticas.

En cada uno de los ítems anteriores se calificará en escala de 0-100 y el puntaje correspondiente al Punto B será un promedio de los mismos.

..//

17/10
[Firma]



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 2 -

ANEXO I
Res. N° 365-HCD-10
Expte. N° 14.326/06

C) Evaluaciones por Temas

- **Cuestionarios teóricos (C1):** Previo al inicio de cada uno de los trabajos prácticos los alumnos responderán a cuestionarios cortos sobre los aspectos teóricos básicos necesarios para su desarrollo. El tema del cuestionario se hará conocer al alumno con suficiente anticipación.
- **Cuestionarios por Tema (C2):** Al finalizar cada uno de los temas del programa de la materia los alumnos serán evaluados con cuestionarios de carácter teórico-práctico referidos al tema en cuestión. La fecha de estos cuestionarios será conocida por el alumno con suficiente anticipación. *Los Cuestionarios por Tema deben considerarse como preparatorios para el Examen Parcial.*
- **Trabajos Especiales (C3):** Comprende diferentes tareas: búsqueda bibliográfica, estudio, exposición oral y discusión sobre temas específicos, búsqueda o planteo de nuevos problemas para resolver, experiencias frente a la computadora con software específico, etc.

En cada uno de los ítems anteriores se calificará en escala de 0-100 y el puntaje correspondiente al Punto C será un promedio de los mismos.

2. PUNTAJE DEL CICLO DE EVALUACIÓN

Cada vez que el alumno rinda un Examen Parcial (con su Recuperación), se completa un Ciclo de Evaluación. En ese momento la cátedra publicará los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones indicadas anteriormente y el puntaje correspondiente a dicho ciclo. Este Puntaje (N_i) se obtiene como promedio ponderado de las evaluaciones (A, B y C), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N_i = 0.60 \times A_i + 0.15 \times B_i + 0.25 \times C_i$$

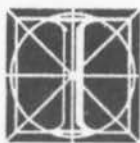
Siendo A_i el puntaje obtenido en el Examen Parcial correspondiente al ciclo (i), B_i el promedio de las evaluaciones por Cumplimiento de Tareas, C_i el promedio de las Evaluaciones por Tema de ese ciclo y N_i el puntaje final correspondiente al ciclo evaluado (Primero, Segundo o Tercero), en escala de 0-100.

3. NOTA DE CALIFICACIÓN FINAL

El puntaje final (N) del alumno en la materia se obtiene al final del cursado promediando los obtenidos en los tres ciclos de evaluaciones.

- **Alumnos Promocionados:** Los alumnos que obtengan un puntaje final N comprendido entre 70 y 100 puntos aprueban directamente la materia. La nota

rote
W



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

- 3 -

ANEXO I

Res. N° 365-HCD-10

Expte. N° 14.326/06

que figurará en la Libreta Universitaria y en su Estado Curricular será: 7 (siete) para N de 70 a 74; 8 (ocho) para N de 75 a 80; 9 (nueve) para N de 81 a 90; 10 (diez) para N de 91 a 100.

- **Alumnos no Promocionados:** Los alumnos que obtengan un puntaje final N comprendido entre 40 y 69 puntos pasan a una Etapa de Recuperación que podrá extenderse hasta el nuevo dictado de la materia en el siguiente año lectivo.
- **Alumnos Libres:** Los alumnos que obtengan un puntaje final N inferior a los 40 puntos quedan libres en la materia.

4. ETAPA DE RECUPERACIÓN

En función de la cantidad de alumnos que pasen a esta etapa, los mismos serán divididos en dos o tres grupos de acuerdo con el puntaje final N obtenido durante el cursado. La cátedra establecerá un plan de trabajo para cada uno de los grupos, comprendiendo clases de consulta, clases de apoyo, resolución de problemas, nuevos cuestionarios y un examen global.

La fase inicial de la etapa de recuperación se extenderá hasta la iniciación del segundo cuatrimestre. Los alumnos aprueban esta fase inicial y la materia si obtienen un mínimo de sesenta puntos (60) en el examen global. Los alumnos que no aprueben ingresan a la fase final del ciclo de recuperación que se extenderá, con modalidad de trabajo igual a la de la fase inicial, hasta el nuevo dictado de la materia en el siguiente ciclo lectivo. Si el alumno no alcanza un mínimo de sesenta puntos (60) en el examen global de esta fase final queda libre en la materia.

El puntaje final obtenido por el alumno resultará de promediar los puntajes logrados en los Ciclos de Evaluación y de Recuperación (fase inicial o final). La nota que figurará en la Libreta Universitaria y en su Estado Curricular será: 4 (cuatro) para promedios de 50 a 55; 5 (cinco) para promedios de 56 a 60; 6 (seis) para promedios de 61 a 65; 7 (siete) para promedios de 66 a 71; 8 (ocho) para promedios de 72 a 76; 9 (nueve) para promedios de 77 a 80 y 10 (diez) para promedios de 81 a 85.

CA

Dr. Elza Fani Castro Vidaurre

Dra. Elza Fani CASTRO VIDAURRE
Prof. Responsable