



UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”
VICERRECTORADO ACADÉMICO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

MODALIDAD PRESENCIAL
SYLLABUS POR COMPETENCIAS

CURSO:
TERMODINÁMICA PARA METALURGIA

I. DATOS GENERALES

Línea de Carrera	Ingeniería en Operaciones Unitarias		
Semestre Académico	2026 – II		
Código del curso	35-04-355		
Créditos	03		
Pre requisito	Ninguno		
Horas Semanales	Hrs. Totales: 05	Teóricas: 1	Prácticas: 04
Ciclo	VI		
Sección	A		
Docente responsable	M(o). JOSE ALONSO TOLEDO SOSA CIP: 108544		
Correo Institucional	jtoledos@unjfsc.edu.pe		
Nº de Celular	980882516		

II. SUMILLA

El curso corresponde al área de Formación Profesional Especializado (Complementario) es de carácter teórico-práctico. Se propone desarrollar los fundamentos termodinámicos aplicados a los procesos

metalúrgicos. Abarca los siguientes temas: (I) Definiciones básica, propiedades de las soluciones puras y leyes termodinámicas. (II) Ciclo de potencia. (III) Equilibrio físico y químico. (IV) Mezcla homogénea y heterogénea.

COMPETENCIA

Determinar las leyes y propiedades termodinámicas de las soluciones puras, ciclo de potencia, equilibrio físico químico y mezclas de las diferentes formas de energía que se presentan en los procesos metalúrgicos, para emplear en los logros de metas de productividad y eficiencia energética, aplicándolas al uso correcto de la solución de problemas, Proponiendo la participación individual y grupal en el desarrollo de sus actitudes personales necesarios en el aprendizaje con responsabilidad y respeto.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Identifica los principios generales de la primera ley y de la segunda ley de la Termodinámica, relacionándolas a la metalurgia, así como adquiere la destreza de solucionar problemas relacionados a los balances de energía y entropía	PROCESOS DE SISTEMAS ABIERTOS Y CERRADO. APLICACIÓN DE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA	1-4
UNIDAD II	Conoce los aspectos teóricos de la segunda ley de la Termodinámica, entropía, exergía y ciclos de potencia, así como la aplicación de los balances de entropía y de exergía.	SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA, EXERGÍA Y CICLOS DE POTENCIA	5-8
UNIDAD III	Adquiere la destreza para realizar balances de energía en procesos reactivos y aplica los principios termodinámicos al cálculo del equilibrio químico, y utiliza la energía libre para predecir la espontaneidad de las reacciones.	TERMODINÁMICA QUÍMICA Y EQUILIBRIO	9-12
UNIDAD IV	Comprende los aspectos teóricos de la termodinámica de los cambios de fase y de las soluciones, y adquiere destreza para analizar soluciones ideales y reales.	TERMODINÁMICA DE CAMBIOS DE FASE Y SOLUCIONES	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Describe las propiedades de una sustancia.
2	Interpreta los conceptos de calor y trabajo.
3	Reconoce la importancia de la Primera Ley de la termodinámica.
4	Aplica de la Primera Ley de la termodinámica en balances de energía.
5	Reconoce la importancia de la de la Segunda Ley de la termodinámica.
6	Define el concepto de entropía.
7	Realiza balances de exergía.
8	Describe los ciclos de potencia.
9	Interpreta los conceptos de la termoquímica.
10	Realiza balances energéticos en procesos reactivos.
11	Define el concepto espontaneidad basado en la energía libre de Gibbs.
12	Reconoce la relación entre la temperatura y el equilibrio químico.
13	Utiliza la ecuación de Clausius-Clapeyron para describir los cambios de fase.
14	Describe las unidades de concentración.
15	Diferencia la ley de Raoult para soluciones ideales y la ley de Henry para soluciones diluidas.
16	Reconoce las funciones termodinámicas de mezclas.

V.- DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Identifica los principios generales de la primera ley de la Termodinámica, relacionándolas a la metalurgia, así como adquiere la destreza de solucionar problemas relacionados a los balances de energía y entropía.

UNIDAD DIDÁCTICA I: PROCESOS DE SISTEMAS ABIERTOS Y CERRADOS APLICACIÓN DE LA PRIMERA LEY DE TERMODINÁMICA	Semana	Contenidos			Estrategia de la enseñanza virtual	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	1	Conceptos básicos y definiciones. El sistema y sus alrededores. Comportamiento P-V-T de las sustancias puras. Diagramas P-V, P-T y V-T. Tablas de propiedades de las sustancias puras.	Expone los fundamentos básicos de los diagramas P-V-T. Aplicar los conocimientos y fundamentos teóricos de las sustancias puras.	Se interesa en el empleo del SI. Valora la importancia de las sustancias puras. Se esfuerza en entender los diagramas P-V-T	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en casos o ejercicios.	Describe las propiedades de una sustancia.
	2	El concepto de trabajo, calor, entalpía, capacidad calorífica. Principio de la conservación de la energía.	Aplica el concepto de conservación de energía. Investiga sobre el calor y trabajo. Resuelve problemas de aplicaciones prácticas.	Muestra interés sobre la utilidad de la capacidad calorífica. Coopera en forma grupal para resolver problemas. Cumple con responder las interrogantes planteadas	Clase expositiva, practicas grupales, desarrollo de prácticas de laboratorio.	Interpreta los conceptos de calor y trabajo.
	3	Formulación de la primera ley de la Termodinámica. Ecuación de balance de energía.	Aplica la primera ley de la termodinámica. Investiga la utilidad de la Primera Ley de la Termodinámica. Resuelve problemas de aplicaciones prácticas.	Muestra interés sobre la Primera Ley de la Termodinámica. Coopera en forma grupal para resolver problemas. Cumple con responder las interrogantes planteadas	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en casos o ejercicios.	Reconoce la importancia de la Primera Ley de la termodinámica
	4	Aplicación de la primera ley a sistemas de flujo estacionario y a sistemas de flujo uniforme.	Aplica la primera ley de la termodinámica. Investiga la utilidad de la Primera Ley de la Termodinámica. Resuelve problemas de aplicaciones prácticas.	Muestra interés sobre la Primera Ley de la Termodinámica. - Coopera en forma grupal para resolver problemas. - Cumple con responder las interrogantes planteadas	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en casos o ejercicios.	Aplica de la Primera Ley de la termodinámica en balances de energía.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
	Pruebas escritas de la unidad didáctica por semana		Entrega de un trabajo de ejercicios de aplicación resueltos de cada tema tratado por semana.		Domina los fundamentos conceptuales sobre la Primera ley de la termodinámica.	
	Prueba oral de la unidad didáctica					

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Conoce los aspectos teóricos de la segunda ley de la Termodinámica, entropía, exergía y ciclos de potencia, así como la aplicación de los balances de entropía y de exergía.

UNIDAD DIDÁCTICA II: SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA, EXERGÍA Y CICLOS DE POTENCIA	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	5	La segunda ley de la Termodinámica. Máquinas térmicas. Procesos reversibles e irreversibles. El ciclo de Carnot.	- Explicar el concepto de reversibilidad. - Investigar sobre el ciclo de Carnot. - Aplicar debidamente la segunda ley de la Termodinámica	- Se interesa por la segunda ley de la Termodinámica. - Elaborar un resumen con criterio acerca de la Segunda Ley de la Termodinámica - Cumple con responder las interrogantes planteadas.	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en ejercicios	Reconoce la importancia de la de la Segunda Ley de la termodinámica.
	6	El concepto de entropía y reversibilidad. Formulación de la Segunda ley de la Termodinámica. Balance de entropía para un Proceso	- Explicar el concepto de entropía. - Investigar sobre las aplicaciones de la entropía. - Aplicar lo aprendido a los balances de entropía.	- Elaborar un resumen con criterio acerca de la entropía. - Coopera en forma grupal para resolver problemas. - Cumple con responder las interrogantes planteadas.	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en ejercicios	Define el concepto de entropía.
	7	Exergía. Trabajo reversible e irreversibilidad. Eficiencia según la segunda ley. Balance de exergía	- Explicar el concepto de exergía. - Investigar sobre el trabajo reversible. - Aplicar lo aprendido a los balances de exergía.	- Elaborar un resumen con criterio acerca de la exergía. - Coopera en forma grupal para resolver problemas. - Cumple con responder las interrogantes planteadas	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en ejercicios	Realiza balances de exergía.
	8	Ciclos de potencia. Ciclos de potencia de gas. Ciclos de potencia de vapor. Ciclo de Rankine.	- Explicar los ciclos de potencia. - Investigar sobre los ciclos de potencia de gas. - Analizar el ciclo de Rankine.	- Elaborar un resumen con criterio acerca de los ciclos de gas. - Coopera en forma grupal para resolver problemas. - Cumple con responder las interrogantes planteadas	- Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. - Aprendizaje basado en ejercicios	Describe los ciclos de potencia.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS			EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Pruebas escritas de la unidad didáctica por semana. Prueba oral de la unidad didáctica			Entrega de un trabajo de ejercicios de aplicación resueltos de cada tema correspondiente por semana.		Domina los fundamentos conceptuales sobre la segunda ley de la Termodinámica, la exergía y los ciclos de potencia.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: Adquiere la destreza para realizar balances de energía en procesos reactivos y aplica los principios termodinámicos al cálculo del equilibrio químico, y utiliza la energía libre para predecir la espontaneidad de las reacciones.

UNIDAD DIDÁCTICA III: TERMODINÁMICA QUÍMICA Y EQUILIBRIO	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	9	Termodinámica química. Ecuaciones termoquímicas. Ley de Hess. Entalpía de reacción. Reacciones endotérmicas y exotérmicas	• Explica la importancia de la termodinámica química. • Expone sobre la ley de Hess. • Aplica los conocimientos y fundamentos teóricos para calcular el calor involucrado en las reacciones químicas.	• Muestra interés por la termodinámica química. • Elaborar un resumen la entalpía de formación. • Preparar con responsabilidad problemas de aplicación	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. • Aprendizaje basado en ejercicios.	• Interpreta los conceptos de la termoquímica
	10	Cálculo de la entalpía de reacción. Aplicación de la primera ley en balances de energía en procesos que involucran reacciones químicas de interés metalúrgico.	• Explica el calor de reacción. • Describe un balance de energía con reacciones químicas. • Aplica los conocimientos del cálculo de entalpías de reacción.	• Muestra interés sobre la utilidad del calor de reacción. • Desarrollar problemas relacionados con el calor de reacción. • Elaborar un resumen sobre reacciones exotérmicas y endotérmicas	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes. • Aprendizaje basado en ejercicios.	• Realiza balances energéticos en procesos reactivos.
	11	La Energía Libre. Criterios de espontaneidad. Cambios de energía libre. Funciones termodinámicas. Ecuación de Gibbs –Helmholtz. Cálculo de la Energía Libre a diferentes temperaturas	• Explica la energía libre. • Reconoce la espontaneidad de una reacción química. • Aplica la energía libre de Gibbs para predecir la espontaneidad	• Muestra interés por entender la energía libre. • Debatar sobre la espontaneidad de una reacción química. • Compartir experiencias relacionadas al cálculo de la energía libre.	• Exposición o lección magistral. • Con participación de estudiantes.	• Define el concepto espontaneidad basado en la energía libre de Gibbs.
	12	Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Principio de Le Chatelier. Dependencia de la energía libre y la constante de equilibrio con la temperatura	• Explica el equilibrio químico. • Explica el principio de Le Chatelier. • Aplica la energía libre de Gibbs para • determina la constante de equilibrio	• Debate sobre las aplicaciones la energía libre. • Cumple con responder las interrogantes planteadas. • Coopera grupalmente en la resolución de problemas.	• Aprendizaje basado en ejercicios.	• Reconoce la relación entre la temperatura y el equilibrio químico.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS			EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Pruebas escritas de la unidad didáctica por semana.			Entrega de un trabajo de ejercicios de aplicación resueltos de cada tema correspondiente por semana.		Domina el cálculo de la termoquímica y la energía libre.	
Prueba oral de la unidad didáctica						

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Comprende los aspectos teóricos de la termodinámica de los cambios de fase y de las soluciones, y adquiere destreza para analizar soluciones ideales y reales.

UNIDAD DIDÁCTICA IV: TERMODINÁMICA DE CAMBIOS DE FASE Y SOLUCIONES	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	13	La ecuación de Clausius – Clapeyron y su aplicación a cambios de fase. Regla de Trouton. Aplicación de la termodinámica a los diagramas de equilibrio de fases. Regla de fases de Gibbs. Diagramas de equilibrio.	Explicar la ecuación de Clausius-Clapeyron. • Explicar el equilibrio de fases. • Usar la regla de fases de Gibbs.	• Elaborar un informe sobre el equilibrio de fases. • Cumple con responder las interrogantes planteadas. • Coopera grupalmente en la resolución de problemas	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes • Aprendizaje basado en ejercicios	• Utiliza la ecuación de Clausius-Clapeyron para describir los cambios de fase
	14	Unidades de concentración. Diluciones. Cantidades molares parciales. Ecuación de Gibbs-Duhem. Determinación de cantidades molares parciales a partir de cantidades molares.	• Explicar la importancia de las soluciones. • Expone las unidades de concentración. • Reconocer los diferentes tipos de disoluciones.	• Muestra interés en los principios de las disoluciones. • Debate sobre las diferentes unidades de concentración. • Analizar la ecuación de Gibbs-Duhem	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes • Aprendizaje basado en ejercicios	• Describe las unidades de concentración
	15	Ley de Raoult: soluciones ideales. Soluciones no ideales: concepto de coeficiente de actividad. Ley de Henry: soluciones diluidas. Alternativas del estado estándar	• Explicar la ley de Raoult. • expone sobre soluciones ideales y reales. • Explicar la ley de Henry	• Elaborar con criterio un informe sobre soluciones ideales. • Debate sobre soluciones reales. • Explica la ley de Henry y la ley de Sievert	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes • Aprendizaje basado en ejercicios	• Diferencia la ley de Raoult para soluciones ideales y la ley de Henry para soluciones diluidas.
	16	Ley de Sievert. Funciones de mezcla. Funciones de exceso. Soluciones regulares. Aplicación de la ecuación de Gibbs-Duhem. Soluciones de multicomponentes	• Explicar las funciones de mezcla. • Expone sobre soluciones multicomponentes. • Aplicar la ecuación de Gibbs-Duhem.	• Muestra interés por la aplicación de la termodinámica a las soluciones. Debate sobre las funciones de mezcla. • Analiza las soluciones multicomponente	• Exposición o lección magistral con participación de estudiantes • Aprendizaje basado en ejercicios	• Reconoce las funciones termodinámicas de mezclas.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS			EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Pruebas escritas de la unidad didáctica por semana.			Entrega de un trabajo de ejercicios de aplicación resueltos de cada tema correspondiente por semana.		Calcula las diferentes funciones termodinámicas de los cambios de fase y de las soluciones.	
Prueba oral de la unidad didáctica						

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Los materiales educativos que se utilizan en todas las aulas virtuales son: Plumones, pizarra, mota, lapiceros especiales para pizarra virtual. Para poder clasificarlos se enumeran los siguientes puntos:

6.1 Medios Escritos

Como medios escritos utilizados en el desarrollo del curso tenemos:

- Separatas de contenido teórico por cada clase en diapositivas.
- Seminarios de ejercicios sobre el tema realizado para cada clase.
- Práctica calificada sobre el tema de la semana anterior tomada como cuestionario virtualmente.
- Guía virtual de laboratorio por semana, que se encuentra ordenada dentro de un manual.
- Otras separatas de ejercicios resueltos que nutran los temas discernidos en clase.
- Uso de papelotes en la exposición virtual de los alumnos.

6.2 Medios y Plataformas Virtuales

Como medios y plataformas virtuales utilizados en el desarrollo del curso tenemos:

- Uso de casos virtuales para explicar las prácticas
- Pizarra interactiva.
- Google Meet si fuera necesario en los reforzamientos.
- Separatas virtuales en PDF o Word, para que refuercen los conceptos realizados en clase
- Separatas virtuales en PDF o Word, para que resuelvan los ejercicios que contienen

6.3 MEDIOS INFORMÁTICOS:

Como informáticos utilizados en el desarrollo del curso tenemos:

- Uso de laptops y CPU.
- Uso de Tablet
- Uso de Celulares
- Uso de internet

VII. EVALUACIÓN

La evaluación al proceso virtual de enseñanza aprendizaje será continua y permanente, los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

7.1 Evidencias de Conocimiento

La evaluación será a través de pruebas escritas mediante el cuestionario virtual, y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello se verá como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra dicha afirmación, expone sus argumentos contar las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuestas a situaciones, etc. En cuanto a la evaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir o mejorar. Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

7.2 Evidencia de Desempeño.

Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente las prácticas y evidenciar un pensamiento estratégico; dado en la observación en torno a cómo se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

7.3 Evidencia de Producto

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30% de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

Será de la siguiente manera:

VARIABLE	PONDERACION	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MODULOS
Evaluación de Conocimiento	30%	El ciclo académico comprende 4 módulos
Evaluación de Producto	35%	
Evaluación de Desempeño	35%	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4); calculado de la siguiente manera:

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

VIII.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS WEB**8.2 Fuentes bibliográficas**

Bureau International des Poids et Mesures. (2006). The International System of units (SI). 8th edition. Francia.

Cengel, y. y Boles, M. (2012). Termodinámica. 7ma Ed. México: Editorial McGraw-Hill.

Cemic, Ladislav. (2005). Thermodynamics in mineral sciences. New York: Editorial Springer.

Gaskell, David (1995). Introduction to the Thermodynamics of Materials. 3rd Ed. Editorial Taylor and Francis.

Iñiguez, José C. (2002). Introducción a la termodinámica de las reacciones químicas. México: Editorial El Sol.

Klotz, I. y Rosenberg, R. (2008). Chemical Thermodynamics. 7th Ed. New York: Editorial John Wiley & Sons.

Kubaschewski, E. y Alcock, C. (1979). Metallurgical thermochemistry. New York: Editorial Pergamon Press.

Prausnitz, J. et al. (2002). Termodinámica molecular de los equilibrios de fases. 3ra Ed. Madrid: Editorial Prentice Hall.

Upadhyaya, G. y Dube, R. (1997). Problems in Metallurgical Thermodynamics and Kinetics. Editorial Pergamon Press.

8.2 Fuentes Electronicas

<https://es.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A1mica>.

<https://miguelhadzich.com/termodinamica/>

<https://www.lawebdefisica.com/apuntsfis/termodinamica/>

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102007000300014

<https://www.virtualpro.co/biblioteca/buscar?q=glosario-de-termodinamica>

Huacho, agosto de 2026



M(6). JOSÉ A. TOLEDO SOSA
INGENIERO QUIMICO
DNU. 460