



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA QUÍMICA



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:									
EQUILIBRIO QUÍMICO									
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA									
MODALIDAD:		Curso							
TIPO DE ASIGNATURA:		Teórico-Práctica							
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Segundo									
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria									
NÚMERO DE CRÉDITOS:		10							
HORAS A LA SEMANA:	6	Teóricas:	4	Prácticas:	2	Semanas de clase:	16	TOTAL DE HORAS:	96
SERIACIÓN:		Si (<input checked="" type="checkbox"/>)		No ()		Obligatoria (<input checked="" type="checkbox"/>)		Indicativa ()	
SERIACIÓN ANTECEDENTE:		Termodinámica Básica							
SERIACIÓN SUBSECUENTE:		Ninguna							

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

Explicar el concepto termodinámico de equilibrio químico y utilizar dicho concepto en el cálculo de:

- Las concentraciones de reactivos y productos en sistemas reaccionantes.
- La concentración de las especies químicas en soluciones ideales y no ideales.
- La presión parcial de los componentes gaseosos de mezclas ideales o no ideales.
- La concentración y potencial químico de las especies químicas en equilibrios interfaciales.
- La presión, temperatura y propiedades termodinámicas de sistemas en equilibrio.
- El efecto de la presión, de la temperatura y de la concentración sobre el desplazamiento del equilibrio y las propiedades termodinámicas del sistema.

Lo cual le será de gran utilidad en el diseño de reactores químicos y sistemas de separación.

ÍNDICE TEMÁTICO

UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas prácticas
1	Espontaneidad y Equilibrio	4	2
2	Equilibrio Químico	10	4
3	Equilibrio en Sustancias Puras	8	4
4	Soluciones	10	4
5	Propiedades Coligativas	8	4
6	Equilibrio de Fases Líquido-Vapor	12	4

7	Equilibrio de Fases Líquido-Líquido	4	4
8	Equilibrio de Fases Sólido-Líquido y Sólido-Gas	8	6
	TOTAL DE HORAS TEÓRICAS	64	0
	TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS	0	32
	TOTAL DE HORAS	96	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. ESPONTANEIDAD Y EQUILIBRIO

- 1.1. La condición de equilibrio termodinámico.
 - 1.1.1. La ecuación fundamental y principio extremal.
 - 1.1.2. La energía libre de Gibbs y la Energía libre de Helmholtz.
 - 1.1.3. Criterios de equilibrio y espontaneidad en las magnitudes termodinámicas.
 - 1.1.4. Las funciones auxiliares. Significado y propiedades.
- 1.2. La condición de equilibrio termodinámico.
- 1.3. Criterios de equilibrio termodinámico. El potencial químico.
- 1.4. Energía libre de Gibbs y fugacidad en gases puros.
 - 1.4.1. Cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.
 - 1.4.2. Propiedades residuales e idealidad con componentes puros.
 - 1.4.3. Fugacidad y coeficiente de fugacidad.

2. EQUILIBRIO QUÍMICO

- 2.1. Criterio termodinámico de equilibrio químico.
- 2.2. La constante de equilibrio en sistemas gaseosos con comportamiento ideal
- 2.3. La constante de equilibrio en sistemas gaseosos con comportamiento real.
 - 2.3.1. Determinación de la constante de equilibrio termodinámico (k_f)
- 2.4. Cálculo de la composición en el equilibrio de una reacción química.
- 2.5. Dependencia de la temperatura. Ecuación de Vanrt Hoff.

3. EQUILIBRIO DE FASES EN SUSTANCIAS PURAS

- 3.1. Criterios de estabilidad entre fases en función del potencial químico.
- 3.2. Transiciones entre fases.
- 3.3. Definición de fases y componentes. La regla de las fases.
- 3.4. Procesos unitarios fisicoquímicos.
- 3.5. Sistemas de un componente con "n" fases en equilibrio.
 - 3.5.1. Ecuación de Clapeyron y Clausius-Clapeyron.
 - 3.5.2. Ecuación de Antoine
 - 3.5.3. Interpretación de diagramas de fases de un componente con "n" fases en equilibrio.
- 3.6. Determinación de la composición de las fases en equilibrio de una sustancia pura.

4. SOLUCIONES

- 4.1. Soluciones reales e ideales.

- 4.1.1. Propiedades de mezclado
- 4.1.2. Efecto calorífico en mezclas multicomponentes. Diagramas entalpía-composición (H-X)
- 4.2. Propiedades de exceso
- 4.3. Propiedades molares parciales e interacciones
 - 4.3.1. Ecuación de Gibbs-Duhem
 - 4.3.2. Potencial químico y fugacidad de un componente en solución.
- 4.4. Fugacidad parcial y total de un componente en solución. Estado de referencia.
- 4.5. Actividad y coeficiente de actividad termodinámico.
- 4.6. Teorías de soluciones líquidas y coeficiente de actividad termodinámico.

5. PROPIEDADES COLIGATIVAS

- 5.1. Propiedades coligativas en soluciones ideales.
- 5.2. Propiedades coligativas en soluciones reales.
- 5.3. Aplicaciones en la ingeniería.

6. EQUILIBRIO DE FASES LÍQUIDO-VAPOR

- 6.1. Equilibrio Líquido-Vapor en sistemas con comportamiento ideal.
 - 6.1.1. Diagramas de presión de vapor de la solución líquida.
 - 6.1.1.1. Ley de Raoult.
 - 6.1.1.2. Ley de Henry.
 - 6.1.2. Diagrama P-x-y a temperatura constante.
 - 6.1.3. Diagrama T-x-y a presión constante.
- 6.2. Equilibrio Líquido-Vapor en sistemas con comportamiento real.
 - 6.2.1. Diagramas de presión de vapor con desviaciones de la ley de Raoult.
 - 6.2.2. Azeotropía.
- 6.3. Comportamientos
 - 6.3.1. Ecuación de Margules
 - 6.3.2. Ecuación de Van Laar.
 - 6.3.3. Ecuación de Wilson.

7. EQUILIBRIO DE FASES LÍQUIDO-LÍQUIDO

- 7.1. Solubilidad total y parcial
- 7.2. Diagrama de solubilidad de sistemas binarios y terciarios.
- 7.3. Extracción

8. EQUILIBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO Y SÓLIDO- GAS

- 8.1. Equilibrio Sólido-Líquido y Sólido-Gas.
- 8.2. Interpretación de diagramas T-x-y simples y con formación de compuestos.
- 8.3. Curvas de enfriamiento. Aplicaciones.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Durante las sesiones prácticas se realizarán experimentos que se relacionen con las unidades temáticas del programa; estas actividades deberán reflejar el número de horas prácticas señaladas en el programa. Se sugiere que la selección de los

experimentos a realizar se establezca en forma colegiada por los profesores del área y se actualice de manera continua. Estas actividades deberán ser consideradas en la evaluación final de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Ball, D. Físicoquímica. Cengage Learning Editores. México. 2004.
- Chang, R. Físicoquímica. Mc Graw Hill Interamericana. México. 2008.
- Criado. Termodinámica Química y de los Procesos Irreversibles. Pearson. México. 2004.
- Jiménez, M. M. C. Química física para Ingenieros Químicos. Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia. España. 2006.
- Kuhn, H. Principios de Físicoquímica. 2ª Edición. Cengage Learning. México. 2012.
- Laidler, K. J. Físicoquímica. Limusa. México. 2010.
- Levine, I. Físicoquímica. Vol. 1. 5ª ed. Mc Graw Hill. México. 2004.
- Sonntag. Introducción a la Termodinámica para Ingeniería. Limusa. México. 2006.
- Van Wylen, G. J. Fundamentos de Termodinámica. Limusa. México. 2007.
- Wark, K. Termodinámica. 6ª ed. Mc Graw Hill. México. 2006.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Castellan, W. G. Físicoquímica. Addison Wesley. México. 2006.
- Engel, T. Introducción a la Físicoquímica Termodinámica. Addison Wesley. México. 2007
- Gargallo, L. Termodinámica Química. Alfaomega. España. 2010.
- Levenspiel, O. Fundamentos de Termodinámica. Pearson. México. 2000.
- Levine, I. Problemas de Físicoquímica. Mc Graw Hill. México. 2005.
- Reid, P., Hehre, W. Introducción a la Físicoquímica: Termodinámica. Pearson Educación. México. 2007.
- Lewis, G. N., Randall, M. Thermodynamics. 2nd. Ed. Student International. U.S.A. 1978.
- Balzhiser, R.E., Samuel, M.R., Eliassen J.D. Termodinámica Química para Ingenieros. Prentice-Hall International. New Jersey, U.S.A. 1974.
- Prausnitz, J.M., Gómez de Acevedo, E., Lichtenthaler, R. N. Termodinámica Molecular de los Equilibrios de Fases. Prentice-Hall. U.S.A. 2000.

CIBERGRAFÍA

- <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/844816962X.pdf>
- <http://depa.fquim.unam.mx/equilibrio>

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA
ASIGNATURA**

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	
Actividades prácticas dentro de clase	X
Actividades experimentales de laboratorio	X
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	X
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Actividades experimentales de laboratorio	X
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Resolución de problemas y ejercicios en clase	X
Asistencia	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química ó, Química Industrial ó, Química	Ingeniería Química ó Química	Química	Fisicoquímica
Con experiencia docente			