



Objetivo: El alumno conocerá algunas propiedades de líquidos y sólidos y las diferencias entre gases y sólidos o líquidos.

4. 1 Fases condensadas
4. 2 Coeficientes de expansión térmica y compresibilidad
4. 3 Calores de fusión; vaporización; sublimación
4. 4 Presión de vapor
4. 5 Otras propiedades de los líquidos
4. 6 Repaso de las diferencias estructurales entre sólidos, líquidos y gases.

5. Leyes de la termodinámica: generalidades y la ley cero.  
2 hrs.

Objetivo: el alumno conocerá las diferentes clases de energía y las leyes de la termodinámica.

5. 1 Clases de energía y primera ley de la termodinámica
5. 2 Restricciones en la conversión de energía de una forma a otra.
5. 3 Segunda ley de la termodinámica
5. 4 Ley cero de la termodinámica
5. 5 Termometría.

6. Energía y primera ley de la termodinámica; termoquímica. 10 hrs.

Objetivo: El alumno conocerá lo que es trabajo y calor y lo que es la primera ley de la termodinámica para aplicarlo en las reacciones químicas.

6. 1 Términos termodinámicos: definiciones
6. 2 Trabajo y calor
6. 3 Trabajo de expansión
6. 4 Trabajo de compresión
6. 5 Cantidades mínimas y máximas de trabajo
6. 6 Transformaciones reversibles e irreversibles
6. 7 Energía y primera ley de la termodinámica
6. 8 Propiedades de la energía
6. 9 Interludio matemático; diferenciales exactas e inexactas
- 6.10 Cambio energéticos en relación con cambios en las propiedades del sistema.
- 6.11 Cambios de estado a volumen constante
- 6.12 Medición de ( $\partial g$  ó  $\partial v$ ); experimento de Joule
- 6.13 Cambios de estado a presión constante
- 6.14 Relación entre  $C_p$  y  $C_v$
- 6.15 Medición de ( $\delta H/\delta T$ ); experimento de Joule-Thomson
- 6.16 Cambios adiabáticos de estado
- 6.17 Una observación acerca de la resolución de problemas
- 6.18 Aplicación de la primera ley de la termodinámica a relaciones químicas. Calor de reacción
- 6.19 Valores convencionales de  $H$ ; reacciones de formación
- 6.20 Determinación de los calores de formación
- 6.21 Secuencias de reacciones; ley de Hess
- 6.22 Calores de dilución y solución
- 6.23 Calores de reacción a volumen constante

6.24 Dependencia de calor de reacción con la temperatura

6.25 Temperatura de llama adiabática

6.26 Energías de enlace

6.27 Mediciones calorimétricas

7. Introducción a la segunda ley de la termodinámica.  
10 hrs.

Objetivo: El alumno conocerá las características de las transformaciones cíclicas y las implicaciones químicas de la segunda ley.

7. 1 Aspectos generales
7. 2 El ciclo de Carnot
7. 3 Segunda ley de la termodinámica
7. 4 Características de un ciclo reversible
7. 5 Escala termodinámica de temperatura
7. 6 Retrospección
7. 7 Ciclo de Carnot con un gas ideal
7. 8 Definición de entropía
7. 9 Prueba general
- 7.10 Desigualdad de Clausius
- 7.11 Conclusión

8. Propiedades de la entropía y la tercera ley de la termodinámica. 10 hrs

Objetivo: El alumno conocerá las propiedades y las variaciones de la entropía con la temperatura o presión constante y con el volumen a temperatura constante, así como la tercera ley de la termodinámica.

8. 1 Propiedades de la entropía
8. 2 Condiciones para la estabilidad térmica y mecánica de un sistema.
- 8.3 Variaciones de la entropía en transformaciones isotérmicas.
- 8.4 Regla de Trouton
- 8.5 Relación de los cambios de entropía con los cambios en las otras propiedades del sistema
- 8.6 Interludio matemático. Otras propiedades de las diferenciales exactas. Reglas cíclicas
- 8.7 La entropía como función de la temperatura y el volumen.
- 8.8 La entropía como función de la temperatura y la presión.
8. 9 Dependencia de la entropía a la temperatura
- 8.10 Cambios de entropía en el gas ideal
- 8.11 Estado estándar para la entropía de un gas ideal
- 8.12 Tercera ley de la termodinámica
- 8.13 Cambios de entropía en reacciones químicas

9. Espontaneidad y equilibrio. 10 Hrs

Objetivo: El alumno conocerá las condiciones en las transformaciones irreversibles y las condiciones en un sistema para que este en equilibrio.

9.1 Condiciones generales para el equilibrio y la espontaneidad

- 9.2 Condiciones de equilibrio y espontaneidad bajo restricciones
- 9.3 Síntesis
- 9.4 Fuerzas impulsoras de los cambios naturales
- 9.5 Ecuaciones fundamentales de la termodinámica
- 9.6 Ecuación "termodinámica" de estado
- 9.7 Propiedades de A
- 9.8 Propiedades de G
- 9.9 Energía libre de los gases reales
- 9.10 Dependencia de la energía libre de la temperatura
- 10. Sistemas de composición variables; equilibrio químico. 8 hrs.

Objetivo: El alumno conocerá que a medida que se realiza una reacción química cambia la composición del sistema, cambiando, por lo tanto, las propiedades termodinámicas.

- 10.1 La ecuación fundamental
- 10.2 Las propiedades de  $\mu$
- 10.3 Energía libre de una mezcla
- 10.4 Potencial químico de un gas ideal puro
- 10.5 Potencial químico de un gas ideal en una mezcla de gases ideales
- 10.6 Energía libre de una mezcla
- 10.7 Equilibrio químico en una mezcla
- 10.8 Comportamiento general de G como función de  $\epsilon$
- 10.9 Equilibrio químico en una mezcla de gases ideales
- 10.10 Equilibrio químico en una mezcla de gases reales
- 10.11 Las constantes de equilibrio,  $K_x$  y  $K_c$
- 10.12 Energías libres estándar de formación
- 10.13 Ejemplos

- 10.14 Dependencia de la constante de equilibrio con la temperatura
- 10.15 Equilibrio entre gases ideales y gases condensados puros
- 10.16 Principio de Lechatelier
- 10.17 Constantes de equilibrio a partir de mediciones calorimétricas. La tercera ley en su contexto histórico
- 10.18 Reacciones químicas y entropía del universo
- 10.19 Reacciones acopladas
- 10.20 Dependencias de las otras funciones termodinámicas con la composición.

11. Equilibrio de fases en sistemas simples; la regla de las fases.

Objetivo: El alumno conocerá que para un sistema en donde hay varias fases presentes, el potencial químico de cada sustancia debe tener el mismo valor en cada fase en la cual se presenta la sustancia.

- 11.1 La condición de equilibrio
- 11.2 Estabilidad de las fases de una sustancia pura
- 11.3 Dependencia de la curva  $\mu$  contra T, con la presión
- 11.4 La ecuación de Clapeyron
- 11.5 Aplicación de la ecuación de Clapeyron
- 11.6 El diagrama de fases
- 11.7 Diagrama de fases para  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$
- 11.8 Diagrama de fases del azufre
- 11.9 Integración de la ecuación de Clapeyron
- 11.10 Efecto de presión sobre la presión de vapor
- 11.11 La regla de las fases
- 11.12 El problema de los componentes.

## METODOLOGÍA

Exposición de los temas, resolución de ejercicios y trabajos individuales.

## EVALUACIÓN

Exámenes parciales 100%

## BIBLIOGRAFÍA

### BASICAS

- a. Gilbert W. Castellan, Fisicoquímica, Addison Wesley, Iberoamericana.
- b. Farrington Daniels y Robert A. Alberty, Fisicoquímica. C.E.C.S.A.
- c. Juan E. Joffre E., Termodinámica Metalúrgica, Ed. Universitaria Potosina.

- d. David R. Gaskell, Introduction To Metallurgical Thermodynamics, McGraw-Hill.
- e. Physical Chemistry of Metals, Lawrence S. Darken and Robert W. Gurry, McGraw-Hill Book.

Varias referencias en bibliografía básica.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA