

ÍNDICE GENERAL

3631

PRÓLOGO	VII
Capítulo I. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	1
1.1. INTRODUCCION	
1.1.1. Sistema	
1.1.2. Medio ambiente	
1.1.3. Puntos de vista macroscópico y microscópico	
1.1.4. Equilibrio	
1.1.5. Clasificación de sistemas	
1.1.5.1. Sistema cerrado	
1.1.5.2. Sistema abierto	
1.1.5.3. Sistema de un componente	
1.1.5.4. Sistema de varios componentes	
1.1.6. Parámetros	
1.1.7. Estado	
1.1.8. Transformación	
1.1.9. Ciclo	
1.1.10. Ecuación de estado	
1.1.11. Energía	
Capítulo II. GASES PERFECTOS Y REALES	7
2.1. GASES PERFECTOS O IDEALES	
2.1.1. Ecuación de estado de los gases perfectos	
2.1.2. Mezclas de gases perfectos	
2.1.2.1. Ley de Dalton	
2.1.2.2. Ley de Amagat	
2.1.3. Peso molecular de la mezcla	
2.1.4. Constante particular de una mezcla	
2.2. GASES REALES	
2.2.1. Ecuación de estado de VAN DEER WAALS	
2.2.2. Ley de estados correspondientes de VAN DEER WAALS	
2.2.3. Coeficiente de compresibilidad	
Capítulo III. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA	23
3.1. TRABAJO	
3.1.1. Trabajo de expansión de un sistema termoelástico cerrado	
3.1.2. Diagrama de CLAPEYRON	

3.2. ENUNCIACIÓN DEL PRIMER PRINCIPIO	
3.2.1. Expresión del primer principio para un sistema cerrado	
3.2.2. Propiedades de la energía interna	
3.2.2.1. La disminución interna de un sistema cerrado	
3.2.2.2. Proceso a volumen constante de un sistema cerrado	
3.2.2.3. Proceso elemental de un sistema cerrado	
3.2.2.4. Energía interna de los gases perfectos	
3.2.3. Expresión del primer principio de sistemas circulares	
3.2.4. Propiedad de la entalpía	
3.2.4.1. Entalpía de los gases perfectos	
3.2.5. Expresión del primer principio para sistemas abiertos	
Capítulo IV. TRANSFORMACIONES DE GASES PERFECTOS	45
4.1. INTRODUCCIÓN	
4.1.1. Transformación isocora	
4.1.2. Transformación isobara	
4.1.3. Transformación isotérmica	
4.1.4. Transformación adiabática	
4.1.5. Transformación politrópica	
4.2. MÉTODOS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE TRANSFORMACIONES	
4.2.1. Representación de una isotérmica en diagrama p,v	
4.2.2. Representación de politrópicas. Método de BRAUER	
4.3. SISTEMA CIRCULANTE CON GAS PERFECTO	
Capítulo V. ESTUDIO TERMODINÁMICO DE COMPRESORES DE GASES	65
5.1. COMPRESOR DE GAS	
5.1.1. Diagrama indicador de un compresor ideal	
5.1.2. Diagrama de estado	
5.1.3. Trabajo que requiere el compresor	
5.1.4. Compresión en etapas	
5.1.5. Espacio nocivo. Rendimiento volumétrico	
Capítulo VI. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA	83
6.1. INTRODUCCIÓN	
6.2. ENUNCIADOS	
6.2.1. Enunciado de CARNOT	
6.2.2. Enunciado de KELVIN	
6.2.3. Enunciado de PLANCK	
6.2.4. Enunciado de CLAUSIUS	
6.3. EQUIVALENCIA DE LOS ENUNCIADOS	
6.4. REVERSIBILIDAD E IRREVERSIBILIDAD	
6.4.1. Causas de irreversibilidad	
6.4.1.1. Rozamiento	
6.4.1.2. Viscosidad	
6.4.1.3. Resistencia de conductores eléctricos	

- 6.4.1.4. *Histéresis magnética*
- 6.4.1.5. *Transferencia de calor*
- 6.4.1.6. *Difusión de gases*
- 6.4.2. *Transformaciones reales*
- 6.4.3. *Ciclos y máquinas térmicas reversibles e irreversibles*
- 6.4.4. *Teorema de CARNOT*
 - 6.4.4.1. *Consecuencias del teorema de Carnot*
 - 6.4.4.2. *Ciclo de Carnot*
 - 6.4.4.3. *Ciclos regenerativos*
- 6.4.5. *Escala de temperaturas absolutas*

Capítulo VII. ENTROPÍA 109

7.1. TEOREMA DE CLAUSIUS

7.2. ENTROPÍA

- 7.2.1. *Entropía e irreversibilidad*
- 7.2.2. *Interpretación física de la entropía*
 - 7.2.2.1. *Entropía en el sentido de Clausius*
 - 7.2.2.2. *Entropía en el sentido de Boltzmann*

7.3. DIAGRAMA ENTRÓPICO

- 7.3.1. *Generalidades*
- 7.3.2. *Diagrama entrópico de gases perfectos con calores específicos constantes*
- 7.3.3. *Diagrama entrópico para gases perfectos con calor específico variable*

Capítulo VIII. EXERGÍA 135

8.1. INTRODUCCIÓN

- 8.1.1. *Calor utilizable o exergía del calor*
- 8.1.2. *Exergía debida a equilibrio mecánico*
- 8.1.3. *Exergía del vacío*
- 8.1.4. *Exergía de un sistema cerrado*
 - 8.1.4.1. *Variación de exergía de un sistema cerrado*
- 8.1.5. *Exergía de un sistema circulante*
 - 8.1.5.1. *Variación de exergía de un sistema circulante*

8.2. DIAGRAMA DE EXERGÍA-ENTROPÍA

8.3. RENDIMIENTO EXERGÉTICO O EFECTIVIDAD TÉRMICA

Capítulo IX. FUNCIONES CARACTERÍSTICAS 159

9.1. INTRODUCCIÓN

- 9.1.1. *Energía interna*
- 9.1.2. *Entalpía*
- 9.1.3. *Energía libre*
- 9.1.4. *Entalpía libre*
- 9.1.5. *Propiedades de la energía libre*
 - 9.1.5.1. *Trabajo que el sistema intercambia con el medio*
 - 9.1.5.2. *Sistema que sólo intercambia trabajo de expansión con el medio*
 - 9.1.5.3. *Caso isotérmico*

9.1.5.4. Trabajo de expansión y no de expansión	
9.1.5.5. Proceso que se realiza a volumen y temperatura constante	
9.1.6. Propiedades de la entalpía libre	
9.1.6.1. Proceso reversible a presión y temperatura constante	
9.1.6.2. Sistema que sólo puede intercambiar trabajo de expansión con el medio	
9.1.6.3. Transformación irreversible a presión y temperatura constante	
9.1.6.4. Sistema que sólo puede intercambiar con el medio trabajo de expansión	
9.1.7. Condiciones de equilibrio físico-químico	
9.2. ENTALPÍA Y ENTROPÍA PARA GASES REALES	
9.2.1. Cálculo de entalpía de gases reales	
9.2.2. Cálculo de entropía de gases reales	
Capítulo X. REGLA DE LAS FASES	175
10.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA	
10.1.1. Sistema heterogéneo de varios componentes	
10.1.2. Número de ecuaciones que vinculan a los parámetros	
10.1.3. Número de parámetros	
10.1.4. Números de grados de libertad	
10.1.5. Aplicaciones simples de la regla de las fases	
10.1.5.1. Sistema constituido por una sustancia pura	
10.1.5.2. Sistema heterogéneo en que hay dos fases	
10.1.5.3. Sistema heterogéneo con tres fases	
10.2. VAPORES	
10.2.1. Definiciones	
10.2.1.1. Vapor saturado	
10.2.1.2. Líquido saturado	
10.2.1.3. Vapor húmedo	
10.2.1.4. Vapor sobrecalentado	
10.2.1.5. Líquido comprimido	
10.2.1.6. Calor latente de vaporización	
10.2.2. Ecuación de CLAPEYRON-CLAUSIUS	
10.2.3. Diagramas entrópicos para vapores	
Capítulo XI. CICLOS DE MÁQUINAS TÉRMICAS DE VAPOR	195
11.1. INTRODUCCIÓN	
11.1.1. Rendimiento térmico	
11.1.2. Relación de trabajo	
11.2. CICLO DE CARNOT	
11.3. CICLO DE RANQUINE	
11.3.1. Ciclo de Ranquine con vapor sobrecalentado	
11.4. CICLO REGENERATIVO	

Capítulo XII. CICLOS FRIGORÍFICOS A COMPRESIÓN 211

12.1. GENERALIDADES SOBRE CICLOS FRIGORÍFICOS

- 12.1.1. Ciclos con dos fuentes
- 12.1.2. Ciclos con tres fuentes

12.2. CICLOS FRIGORÍFICOS A COMPRESOR DE VAPOR

- 12.2.1. Ciclo de Carnot
- 12.2.2. Ciclo frigorífico a compresor en régimen húmedo
- 12.2.3. Ciclo frigorífico a compresor en régimen seco
- 12.2.4. Ciclos frigoríficos con compresor en dos etapas
- 12.2.5. Ciclo frigorífico con doble evaporador y doble compresión

12.3. CICLO FRIGORÍFICO A GAS

Capítulo XIII. AIRE HÚMEDO 233

13.1. DEFINICIÓN

- 13.1.1. Humedad absoluta o relación de mezcla
- 13.1.2. Humedad relativa
- 13.1.3. Temperatura de rocío
- 13.1.4. Entalpía del aire húmedo
- 13.1.5. Diagrama entálpico del aire húmedo
- 13.1.6. Densidad del aire húmedo
- 13.1.7. Procesos con el aire húmedo
 - 13.1.7.1. Enfriamiento
 - 13.1.7.2. Mezclas de corrientes de aire húmedo
 - 13.1.7.3. Humidificación
 - 13.1.7.4. Secado
 - 13.1.7.4.1. Secador con recuperador de calor
 - 13.1.7.4.2. Secado con recirculación de aire
- 13.1.8. Diagrama psicrométrico
- 13.1.9. Temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo
- 13.1.10. Temperatura de saturación adiabática

Capítulo XIV. CICLOS DE MOTORES A GAS 265

14.1. GENERALIDADES

- 14.1.1. Ciclo OTTO o BEAU DES ROCHAS
- 14.1.2. Ciclo DIESEL
- 14.1.3. Ciclo semi-DIESEL
- 14.1.4. Ciclo BRAYTON o JOULE
 - 14.1.4.1. Ciclo Brayton con regeneración

Capítulo XV. TOBERAS Y DIFUSORES. 283

15.1. GENERALIDADES

- 15.1.2. Ecuación de continuidad
- 15.1.3. Velocidad del sonido y número de MACH
 - 15.2.2.2. Difusores

15.2. FORMA DE TOBERAS Y DIFUSORES

- 15.2.1. Fluidos incompresibles
- 15.2.2. Fluidos compresibles
 - 15.2.2.1. Toberas
 - 15.2.2.2. Difusores

15.3. RELACIÓN CRÍTICA DE PRESIONES	
15.4. ESTADO DE ESTANCAMIENTO	
15.5. ANÁLISIS DE FORMAS DE TOBERAS	
15.6. ANÁLISIS DE DESCARGA EN TOBERA CONVERGENTE	
15.7. RENDIMIENTO DE TOBERAS	
Capítulo XVI. APLICACIONES A PROCESOS QUÍMICOS	303
16.1. INTRODUCCIÓN	
16.2. GRADO DE AVANCE DE LA REACCIÓN	
16.3. CALORES DE REACCIÓN	
16.3.1. Calor de reacción a p y T constantes	
16.3.2. Calor de reacción a v y T constantes	
16.3.3. Comparación entre r_p , T y r_v , T	
16.4. VARIACIÓN DE LOS CALORES DE REACCIÓN CON LA TEMPERATURA	
16.5. TEMPERATURA MÁXIMA DE LA REACCIÓN	
16.6. COMBUSTIÓN	
16.6.1. Poder calorífico de un combustible	
16.6.2. Aire necesario para la combustión	
16.6.3. Diagrama entálpico de humo	
16.6.3.1. Determinación de temperatura de llama	
16.6.3.2. Rendimiento del hogar	
16.7. APLICACIÓN DEL SEGUNDO PRINCIPIO A LAS REACCIONES QUÍMICAS	
16.7.1. INTRODUCCIÓN	
16.7.2. Afinidad química	
16.7.2.1. Afinidad y velocidad de reacción	
16.7.2.2. Afinidad y calores de reacción	
16.7.2.3. Afinidad y potenciales termodinámicos	
16.7.3. Equilibrio químico en reacciones gaseosas	

Doce diagramas desplegados ensobrados en contratapa.

Del mismo autor:

PROBLEMAS DE TERMODINÁMICA TÉCNICA