

# CONTENIDO

---

<b>PREFACIO</b>	<b>xi</b>
Notación	xii
<b>1 DE QUÉ TRATA LA TERMO</b>	<b>1</b>
<b>2 PRELIMINARES</b>	<b>5</b>
A. Sistema de unidades	5
B. Pesos moleculares y moles	8
C. Propiedades de sustancias puras	9
<b>3 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA</b>	<b>16</b>
A. Nomenclatura	19
B. Diversas formas de la primera ley	20
<b>4 TRABAJO Y CALOR</b>	<b>27</b>
A. Trabajo	27
B. Calor	35

<b>5</b>	<b>ENERGÍA POTENCIAL</b>	<b>37</b>
	A. Gravedad constante	37
	B. Gravedad variable	39
	C. Dentro de un cuerpo esférico con densidad constante	41
<b>6</b>	<b>ENERGÍA CINÉTICA</b>	<b>47</b>
	A. Movimiento lineal a no muy alta velocidad ( $v < 10\,000$ km/hr)	47
	B. Movimiento rotacional a no muy alta velocidad	48
	C. A muy alta velocidad, aproximándose a la velocidad de la luz	50
<b>7</b>	<b>ENERGÍA INTERNA U Y ENTALPÍA H</b>	<b>54</b>
	A. Energía interna	54
	B. Entalpía, una medida útil	55
	C. Más sobre la ecuación de la primera ley para sistemas de conjunto	56
	D. ¿Debemos utilizar $\Delta U$ o $\Delta H$ ?	56
	E. Estados estándar para U y H	57
<b>8</b>	<b><math>\Delta U</math> Y <math>\Delta H</math> PARA CAMBIOS FÍSICOS</b>	<b>59</b>
	A. $\Delta U$ y $\Delta H$ para un cambio de temperatura	59
	B. $\Delta U$ y $\Delta H$ para un cambio de fase	60
<b>9</b>	<b><math>\Delta U</math> Y <math>\Delta H</math> PARA SISTEMAS CON REACCIONES QUÍMICAS Y NUCLEARES</b>	<b>71</b>
	A. Reacción en un sistema a volumen constante	71
	B. Reacción en un sistema a presión constante	72
	C. Red de reacciones en condiciones estándar, $25^\circ\text{C}$ y 1 atm	73
	D. Reacciones en condiciones diferentes de la estándar	79
	E. Extensiones	81
	F. $\Delta U$ debida a un cambio de masa	84

<b>10</b>	<b>RESERVAS Y USO DE ENERGÍA</b>	<b>91</b>
	A. Uso de energía acumulativo	92
	B. Uso de la energía mundial hoy en día	92
	C. Reservas mundiales de energía	93
	D. Energía de la comida (calor de combustión)	93
	E. Necesidades de energía de los humanos	94
	F. Almacenamiento de energía en humanos	94
<b>11</b>	<b>GAS IDEAL Y LA PRIMERA LEY</b>	<b>100</b>
	A. El experimento de Joule	100
	B. Ecuaciones que representan cambios en un conjunto de gas ideal	102
	C. Procesos de compresión y expansión en la práctica	106
	D. Procesos de flujo para gases ideales	107
	E. Ejemplos de varios cambios en un conjunto de gas ideal	107
<b>12</b>	<b>FLUIDOS DE INGENIERÍA</b>	<b>120</b>
	A. Mezcla de gases ideales	120
	B. Material puro que va de sólido a líquido y luego a gas	123
	C. Dos importantes fluidos de ingeniería: agua y HFC-134a	127
	D. Mezcla de fases y tablas de termo	128
	E. Extensiones a otros fluidos de ingeniería	133
	F. Alta presión y comportamiento de un gas no ideal	133
<b>13</b>	<b>SISTEMAS DE FLUJO DE ESTADO ESTABLE</b>	<b>145</b>
<b>14</b>	<b>SISTEMAS DE FLUJO DE ESTADO NO ESTABLE</b>	<b>166</b>
<b>15</b>	<b>LA SEGUNDA LEY</b>	<b>180</b>
	A. Medición de $\Delta S$	184

<b>16</b>	<b>GASES IDEALES Y LA SEGUNDA LEY</b>	<b>196</b>
	A. Proceso a volumen constante	197
	B. Proceso a presión constante	197
	C. Proceso a temperatura constante	198
	D. En general, al ir de $p_1V_1T_1$ a $p_2V_2T_2$	198
	E. Trabajo reversible	199
	F. Procesos reversibles adiabáticos ( $Q = 0$ ; $\Delta S = 0$ )	200
<b>17</b>	<b>ENTROPÍA DE FLUIDOS DE INGENIERÍA</b>	<b>208</b>
	A. Entropía de sustancias puras	208
	B. Regla de fase de Gibbs	211
	C. Aplicaciones simples de la entropía	211
<b>18</b>	<b>TRABAJO A PARTIR DE CALOR</b>	<b>216</b>
	A. La máquina de calor de Carnot	219
	B. Escala de temperatura Kelvin	221
	C. Bomba de calor ideal o reversible	225
	D. Diagrama T-s para el ciclo de Carnot	227
	E. Para máquinas de calor no ideales	227
<b>19</b>	<b>ENERGÍA O DISPONIBILIDAD</b>	<b>238</b>
	A. Exergía de sistemas de conjunto, $W_{\text{ex,conjunto}}$	240
	B. Exergía en sistemas de flujo	246
	C. Relación entre los términos de trabajo en sistemas de conjunto o de flujo	247
<b>20</b>	<b>TERMO EN INGENIERÍA MECÁNICA</b>	<b>256</b>
	A. Tipos de máquinas	256
	B. Ciclo de Carnot	258

- C. Ciclos G-L prácticos: ciclo de Rankine (planta de potencia) 259
- D. Ciclo de refrigeración de Rankine 264
- E. Máquinas de gas de un paso 268

## **21 EQUILIBRIO DE FASE 280**

- A. Mezclas miscibles 280
- B. Mezclas inmiscibles 288
- C. Sistemas de compuestos 289

## **22 MEMBRANAS, ENERGÍA LIBRE Y FUNCIONES DE TRABAJO 292**

- A. Energía libre y función de trabajo 292
- B. Membranas semipermeables 295
- C.  $\Delta p$  a través de una membrana líquida en equilibrio 298
- D. Trabajo osmótico y potencia 303
- E. Las lecciones de la termo 305

## **23 EQUILIBRIO DE UNA REACCIÓN QUÍMICA 311**

- A. Reacción de gases 311
- B. Reacciones heterogéneas que incluyen gases, líquidos, sólidos y soluciones 317
- C. Limitaciones de la termo y trucos para llevar a cabo reacciones 319
- D. Las criaturas vivientes y la termo 321

## **24 ENTROPÍA E INFORMACIÓN 328**

- A. Información en un mensaje único acerca de un solo suceso 328
- B. Información promedio por señal en un mensaje largo 330
- C. Información total en una cantidad de mensajes acerca de sucesos independientes 332
- D. Relacionar entropía con información 332
- E. Resumen 335

<b>25</b>	<b>MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA: PASADO, PRESENTE Y . . .</b>	<b>342</b>
	A. Confusión de calibración	344
	B. Temperatura hoy en día	345
	C. El significado de entropía, tercera ley	347
	<b>APÉNDICE: DIMENSIONES, UNIDADES Y CONVERSIONES, Y PROPIEDADES TERMO DEL H<sub>2</sub>O Y HFC-134a</b>	<b>349</b>
	<b>ÍNDICE</b>	<b>359</b>