

INDICE GENERAL

PRÓLOGO	Pág.	IX
BIBLIOGRAFÍA		XI
NOTACIÓN		XIII
CAP. I.—TEMPERATURA		3
<p>1-1. Criterio macroscópico, <i>pág.</i> 3.—1-2. Criterio microscópico, 4.—1-3. Comparación de los criterios macroscópico y microscópico, 5.—1-4. Objeto de la termodinámica, 5.—1-5. Equilibrio térmico, 6.—1-6. Concepto de temperatura, 8.—1-7. Medida de la temperatura, 10.—1-8. Comparación de termómetros, 14.—1-9. Termómetro de gas, 14.—1-10. Temperatura en la escala de los gases perfectos, 16.—1-11. Escala Celsius de temperatura, 18.—1-12. Escalas de temperatura anteriores a 1954, 19.—1-13. Termómetro de resistencia eléctrica, 21.—1-14. Par termoeléctrico, 22.—1-15. Escala internacional de temperaturas, 23.—1-16. Escala Fahrenheit, 24.—Problemas, 24.</p>		
CAP. II.—SISTEMAS TERMODINÁMICOS		27
<p>2-1. Equilibrio termodinámico, <i>pág.</i> 27.—2-2. Ecuación de estado, 28.—2-3. Sistemas químicos, 30.—2-4. Teoremas matemáticos, 33.—2-5. Hilos estirados, 35.—2-6. Láminas superficiales, 36.—2-7. Pila reversible, 37.—2-8. Sólidos paramagnéticos, 39.—2-9. Magnitudes intensivas y extensivas, 41.—Problemas, 41.</p>		
CAP. III.—TRABAJO		46
<p>3-1. Trabajo, <i>pág.</i> 46.—3-2. Procesos cuasi-estáticos, 47.—3-3. Trabajo durante los cambios de volumen de un sistema químico, 48.—3-4. Diagrama $P-V$, 49.—3-5. El trabajo depende de la trayectoria, 50.—3-6. Cálculo de $\int P dV$ para procesos cuasi-estáticos, 51.—3-7. Trabajo durante el cambio de longitud de un hilo metálico, 53.—3-8. Trabajo al variar el área de una lámina superficial, 53.—3-9. Trabajo al variar la carga de una pila reversible, 54.—3-10. Trabajo al variar la imantación de un sólido magnético, 55.—3-11. Resumen y notación, 57.—Problemas, 58.</p>		
CAP. IV.—PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA		61
<p>4-1. Trabajo y calor, <i>pág.</i> 61.—4-2. Trabajo adiabático, 63.—4-3. Función energía interna, 65.—4-4. Formulación matemática del primer principio, 65.—4-5. Concepto de calor, 67.—4-6. Forma diferencial del primer principio, 68.—4-7. Equivalente mecánico del calor. Medidas de Joule, 69.—4-8. Medidas posteriores de J, 71.—4-9. Última determinación de J, 73.—4-10. Capacidad calorífica, 75.—4-11. Medida de la capacidad calorífica, 77.—4-12. Flujo calorífico cuasi-estático. Foco calorífico, 79.—Problemas, 81.</p>		
CAP. V.—PROPAGACIÓN DEL CALOR		86
<p>5-1. Conducción del calor, <i>pág.</i> 86.—5-2. Medida de la conductividad térmica, 88.—5-3. Flujo laminar. Ecuación de Poiseuille, 92.—5-4. Régimen turbulento. Número de Reynolds, 95.—5-5. Convección del calor, 97.—5-6. Convección natural, 98.—5-7. Convección forzada, 100.—5-8. Intercambiador de calor por corriente sencilla, 103.—5-9. Intercambiador de calor por contracorriente, 106.—5-10. Radiación térmica. Cuerpo negro, 109.—5-11. Ley de Kirchhoff. Calor radiado, 111.—5-12. Ley de Stefan-Boltzmann, 113.—Problemas, 114.</p>		
CAP. VI.—GASES PERFECTOS		119
<p>6-1. Ecuación de estado de un gas, <i>pág.</i> 119.—6-2. Factor de compresibilidad, 123.—6-3. Energía interna de un gas, 123.—6-4. Concepto de gas perfecto, 128.—6-5. Ecuaciones termodinámicas, 129.—6-6. Determinación experimental de capacidades caloríficas, 130.—6-7. Proceso adiabático cuasi-estático, 132.—6-8. Método de Clément y Désormes para la medida de γ, 134.—6-9. Método de Rüchhardt para la medida de γ, 136.—6-10. Modificaciones del método de Rüchhardt, 137.—6-11. Velocidad de una onda longitudinal, 139.—Problemas, 143.</p>		

CAP. VII.—SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA	148
7-1. Transformación de trabajo en calor, y viceversa, <i>pág.</i> 148.—7-2. Motor de gasolina, 150.—7-3. Ciclo Otto normal de aire, 151.—7-4. Motor Diesel, 153.—7-5. Motor térmico. Enunciado Kelvin-Planck del segundo principio, 154.—7-6. Máquina frigorífica. Enunciado de Clausius del segundo principio, 156.—7-7. Equivalencia de los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius, 157.—Problemas, 159.	
CAP. VIII.—REVERSIBILIDAD E IRREVERSIBILIDAD	161
8-1. Reversibilidad e irreversibilidad, <i>pág.</i> 161.—8-2. Irreversibilidad mecánica externa, 162.—8-3. Irreversibilidad mecánica interna, 163.—8-4. Irreversibilidad térmica externa e interna, 164.—8-5. Irreversibilidad química, 164.—8-6. Condiciones necesarias para la reversibilidad, 165.—Problemas, 166.	
CAP. IX.—CICLO DE CARNOT Y ESCALA KELVIN DE TEMPERATURA	167
9-1. Ciclo de Carnot, <i>pág.</i> 167.—9-2. Ejemplos de ciclos de Carnot, 168.—9-3. Máquina frigorífica de Carnot, 170.—9-4. Teorema de Carnot y corolario, 171.—9-5. Escala Kelvin de temperatura, 173.—9-6. Cero absoluto, 174.—9-7. Ciclo de Carnot de un gas perfecto. Igualdad de las temperaturas de la escala de los gases perfectos y de la escala Kelvin, 175.—Problemas, 177.	
CAP. X.—ENTROPÍA	178
10-1. Teorema de Clausius, <i>pág.</i> 178.—10-2. Entropía y formulación matemática del segundo principio, 180.—10-3. Principio de Carathéodory, 182.—10-4. Entropía de un gas perfecto, 183.—10-5. Diagrama T - S , 185.—10-6. Entropía y reversibilidad, 186.—10-7. Entropía e irreversibilidad, 187.—10-8. Entropía y estados inestables, 191.—10-9. Principio del aumento de entropía, 193.—10-10. Aplicación del principio de la entropía, 195.—10-11. Entropía y energía no utilizable, 196.—10-12. Entropía y desorden, 199.—10-13. Entropía y sentido. Entropía absoluta, 201.—10-14. Flujo y producción de entropía, 202.—Problemas, 205.	
CAP. XI.—PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS	208
11-1. Diagrama P - V para una sustancia pura, <i>pág.</i> 208.—11-2. Punto crítico, 210.—11-3. Presión de vapor de líquidos y sólidos, 211.—11-4. Diagrama P - T de una sustancia pura, 213.—11-5. Punto triple, 214.—11-6. Superficie P - V - T , 215.—11-7. Ecuaciones de estado, 217.—11-8. Diagrama T - S para una sustancia pura, 220.—11-9. Superficie U - V - S de Gibbs, 222.—11-10. Entalpía, 224.—11-11. Diagrama de Mollier, 228.—11-12. Función de Helmholtz, 229.—11-13. Función de Gibbs, 230.—11-14. Nombres y símbolos de las funciones termodinámicas, 231.—Problemas, 232.	
CAP. XII.—LA MÁQUINA DE VAPOR Y EL FRIGORÍFICO	235
12-1. Máquina de vapor, <i>pág.</i> 235.—12-2. Ciclo Rankine, 236.—12-3. Tablas de vapor, 237.—12-4. Diagramas T - s y h - s del ciclo Rankine, 240.—12-5. Fundamentos de refrigeración, 240.—12-6. Ciclo de refrigeración, 242.—12-7. Eficiencia, 244.—12-8. Calefacción por refrigeración, 246.—12-9. Frigorífico Servel Electrolux, 246.—12-10. Procesos de flujo, 250.—Problemas, 252.	
CAP. XIII.—APLICACIONES DE LA TERMODINÁMICA A LAS SUSTANCIAS PURAS	255
13-1. Teoremas matemáticos, <i>pág.</i> 255.—13-2. Ecuaciones de Maxwell, 256.—13-3. Primera ecuación Tds , 258.—13-4. Segunda ecuación Tds , 259.—13-5. Ecuación de la energía, 262.—13-6. Diferencia de las capacidades caloríficas, 263.—13-7. Razón de capacidades caloríficas, 266.—13-8. Dilatabilidad, 267.—13-9. Compresibilidad, 271.—13-10. Capacidad calorífica a presión constante, 274.—13-11. Capacidad calorífica a volumen constante, 276.—13-12. Teoría de las capacidades caloríficas de los sólidos, 278.—13-13. Ecuación de Grüneisen, 286.—Problemas, 290.	
CAP. XIV.—APLICACIONES DE LA TERMODINÁMICA A SISTEMAS ESPECIALES	294
14-1. Efecto Joule-Kelvin (experimento del tapón poroso), <i>pág.</i> 294.—14-2. Licuación de gases por el efecto Joule-Kelvin, 297.—14-3. Radiación del cuerpo negro, 302.—14-4. Hilo metálico estirado, 304.—14-5. Lámina superficial, 304.—14-6. Pila reversible, 306.—14-7. Dieléctrico en un condensador plano, 309.—14-8. Efecto piezoeléctrico, 311.—14-9. Fenómenos termoelectrónicos, 314.—14-10. Estudio termodinámico de un par termoelectrónico. Efecto Seebeck, 317.—14-11. Efectos Peltier y Thomson, 320.—14-12. Sólido paramagnético a temperaturas ordinarias, 324.—Problemas, 326.	

CAP. XV.—CAMBIOS DE FASE	333
15-1. Cambios de fase de primer orden. Ecuación de Clapeyron, <i>pág.</i> 333.—15-2. Vaporización, 335.—15-3. Fusión, 339.—15-4. Sublimación, 340.—15-5. Ecuación de la curva de sublimación, 344.—15-6. Cambios de fase de segundo orden. Ecuación de Ehrenfest, 348.—15-7. Ejemplos de cambios de fase de segundo orden, 350.—Problemas, 352.	
CAP. XVI.—FÍSICA DE LAS TEMPERATURAS MUY BAJAS	356
16-1. Licuación de un gas, <i>pág.</i> 356.—16-2. Escala de temperaturas de la presión de vapor del helio, 359.—16-3. Termómetros secundarios en la región de las bajas temperaturas, 360.—16-4. Propiedades de las sales paramagnéticas, 362.—16-5. Producción de temperaturas muy bajas por desimantación adiabática, 364.—16-6. Conversión de la temperatura magnética en temperatura Kelvin, 369.—16-7. Capacidades caloríficas de las sales paramagnéticas, 373.—16-8. Frigorífico magnético, 377.—16-9. Polarización y alineación nuclear, 378.—16-10. Superfluidad del helio líquido II, 379.—16-11. Efecto fuente, 382.—16-12. Segundo sonido, 387.—16-13. Película deslizante, 393.—16-14. Helio sólido, 397.—16-15. Helio de número de masa tres, 400.—16-16. Superconductividad, 401.—16-17. Propiedades magnéticas de los superconductores, 405.—16-18. Calores específicos de los superconductores, 409.—16-19. Conductividad térmica, 413.—16-20. Tercer principio de la termodinámica, 415.—Problemas, 421.	
CAP. XVII.—TERMODINÁMICA QUÍMICA	424
17-1. Ley de Dalton, <i>pág.</i> 424.—17-2. Membrana semipermeable, 425.—17-3. Teorema de Gibbs, 426.—17-4. Entropía de una mezcla de gases perfectos inertes, 427.—17-5. Función de Gibbs de una mezcla de gases perfectos inertes, 429.—17-6. Equilibrio químico, 431.—17-7. Naturaleza termodinámica de los estados de no equilibrio, 432.—17-8. Condiciones para el equilibrio químico, 434.—17-9. Utilización de la función de Helmholtz para demostrar que $\Delta F/\Delta V < 0$, 436.—17-10. Ecuaciones termodinámicas para una fase, 437.—17-11. Potenciales químicos, 439.—17-12. Grado de reacción, 441.—17-13. Ecuación de equilibrio, 444.—Problemas, 445.	
CAP. XVIII.—REACCIONES DE LOS GASES PERFECTOS	450
18-1. Ley de las masas, <i>pág.</i> 450.—18-2. Determinación experimental de las constantes de equilibrio, 451.—18-3. Calor de reacción, 453.—18-4. Dependencia entre calor de reacción y temperatura, 456.—18-5. Variación con la temperatura de la constante de equilibrio, 458.—18-6. Variación de la función de Gibbs, 461.—18-7. Afinidad, 463.—18-8. Desplazamiento del equilibrio debido a un cambio de la temperatura o de la presión, 466.—18-9. Capacidad calorífica de los gases reaccionantes en el equilibrio, 468.—Problemas, 469.	
CAP. XIX.—SISTEMAS HETEROGÉNEOS	472
19-1. Ecuaciones termodinámicas de un sistema heterogéneo, <i>pág.</i> 472.—19-2. Método de los multiplicadores de Lagrange, 473.—19-3. Regla de las fases sin reacción química, 475.—19-4. Aplicaciones sencillas de la regla de las fases, 479.—19-5. Regla de las fases con reacción química, 482.—19-6. Determinación del número de componentes, 486.—19-7. Desplazamiento del equilibrio, 489.—Problemas, 491.	
SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS	497
ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES Y MATERIAS	503