

# INDICE GENERAL

Nº 2099

PRÓLOGO .....	Pág.	XI
NOTACIÓN .....		XV
<b>CAP. 1.—TEMPERATURA</b> .....		3
1-1. Criterio macroscópico, <i>pág.</i> 3.—1-2. Punto de vista microscópico, 4. 1-3. Comparación de los criterios macroscópico y microscópico, 4.—1-4. Ob- jeto de la termodinámica, 5.—1-5. Equilibrio térmico, 6.—1-6. Concepto de temperatura, 8.—1-7. Medida de la temperatura, 11.—1-8. Comparación de termómetros, 14.—1-9. Termómetro de gas, 16.—1-10. Temperatura en la escala de los gases perfectos, 18.—1-11. Escala Celsius de temperatu- ra, 21.—1-12. Termómetro de resistencia eléctrica, 23.—1-13. Par termo- eléctrico, 24.—1-14. Escala práctica internacional de temperaturas, 25. Problemas, 26.		
<b>CAP. 2.—SISTEMAS TERMODINÁMICOS SENCILLOS</b> .....		28
2-1. Equilibrio termodinámico, <i>pág.</i> 28.—2-2. Diagrama <i>PV</i> para una sus- tancia pura, 31.—2-3. Diagrama <i>Pθ</i> de una sustancia pura, 33.—2-4. Su- perficie <i>PVθ</i> , 35.—2-5. Ecuaciones de estado, 36.—2-6. Cambios diferencia- les de estado, 38.—2-7. Teoremas matemáticos, 40.—2-8. Hilo estirado, 43. 2-9. Lámina superficial, 44.—2-10. Pila reversible, 45.—2-11. Sólido para- magnético, 47.—2-12. Magnitudes intensivas y extensivas, 49.—Proble- mas, 49.		
<b>CAP. 3.—TRABAJO</b> .....		53
3-1. Trabajo, <i>pág.</i> 53.—3-2. Procesos cuasi-estáticos, 54.—3-3. Trabajo de un sistema hidrostático, 55.—3-4. Diagrama <i>PV</i> , 57.—3-5. El trabajo de- pende de la trayectoria, 58.—3-6. Trabajo en procesos cuasi-estáticos, 59. 3-7. Ejemplos: hilo metálico, lámina superficial y pila reversible, 61. 3-8. Trabajo al variar la imanación de un sólido magnético, 64.—3-9. Re- sumen, 66.—3-10. Sistemas compuestos, 67.—Problemas, 69.		
<b>CAP. 4.—CALOR Y PRIMER PRINCIPIO</b> .....		73
4-1. Trabajo y calor, <i>pág.</i> 73.—4-2. Trabajo adiabático, 75.—4-3. Función energía interna, 79.—4-4. Formulación matemática del primer principio, 79. 4-5. Concepto de calor, 82.—4-6. Forma diferencial del primer princi- pio, 83.—4-7. Capacidad calorífica y su medida, 85.—4-8. Capacidad ca- lorífica del agua. Caloría, 89.—4-9. Ecuaciones válidas para un sistema hidrostático, 90.—4-10. Flujo calorífico cuasi-estático. Foco calorífico, 92. 4-11. Conducción del calor, 93.—4-12. Conductividad térmica, 96.—4-13. Con- vección del calor, 99.—4-14. Radiación térmica. Cuerpo negro, 100. 4-15. Ley de Kirchhoff. Calor radiado, 103.—4-16. Ley de Stefan-Boltz- mann, 105.—Problemas, 107.		
<b>CAP. 5.—GASES PERFECTOS</b> .....		113
5-1. Ecuación de estado de un gas, <i>pág.</i> 113.—5-2. Energía interna de un gas, 117.—5-3. Definición de gas perfecto, 122.—5-4. Determinación experimental de capacidades caloríficas, 124.—5-5. Proceso adiabático cuasi- estático, 126.—5-6. Método de Clément y Désormes para la medida de $\gamma$ , 129.—5-7. Método de Rüchhardt para la medida de $\gamma$ , 130.—5-8. Mo- dificaciones del método de Rüchhardt, 132.—5-9. Velocidad de una onda longitudinal, 135.—Problemas, 141.		
<b>CAP. 6.—TEORÍA CINÉTICA DE UN GAS PERFECTO</b> .....		147
6-1. Punto de vista microscópico, <i>pág.</i> 147.—6-2. Ecuación de estado de un gas perfecto, 149.—6-3. Distribución de las velocidades moleculares, 155. 6-4. Velocidades de Maxwell y temperatura, 160.—6-5. Equipartición de la energía, 163.—Problemas, 166.		

CAP. 7.—MOTORES, FRIGORÍFICOS Y SEGUNDO PRINCIPIO ... .. .	168
7-1. Transformación de trabajo en calor, y viceversa, <i>pág.</i> 168.—7-2. Motor Stirling, 170.—7-3. Máquina de vapor, 173.—7-4. Motores de combustión interna, 175.—7-5. Enunciado Kelvin-Planck del segundo principio, 179.—7-6. Frigorífico, 181.—7-7. Equivalencia de los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius, 187.—Problemas, 189.	
CAP. 8.—REVERSIBILIDAD Y ESCALA KELVIN DE TEMPERATURAS ... .. .	192
8-1. Reversibilidad e irreversibilidad, <i>pág.</i> 192.—8-2. Irreversibilidad mecánica externa, 193.—8-3. Irreversibilidad mecánica interna, 194.—8-4. Irreversibilidad térmica externa e interna, 195.—8-5. Irreversibilidad química, 196.—8-6. Condiciones necesarias para la reversibilidad, 196.—8-7. Existencia de superficies adiabáticas reversibles, 198.—8-8. Integrabilidad de $dQ$ , 202.—8-9. Significado físico de $\lambda$ , 206.—8-10. Escala Kelvin de temperaturas, 209.—8-11. Igualdad de las temperaturas de la escala de los gases perfectos y de la escala Kelvin, 211.—Problemas, 213.	
CAP. 9.—ENTROPÍA ... .. .	216
9-1. Concepto de entropía, <i>pág.</i> 216.—9-2. Entropía de un gas perfecto, 218.—9-3. Diagrama $TS$ , 220.—9-4. Ciclo de Carnot, 224.—9-5. Entropía y reversibilidad, 226.—9-6. Entropía e irreversibilidad, 227.—9-7. Entropía y estados inestables, 230.—9-8. Principio del aumento de entropía, 234.—9-9. Aplicaciones técnicas del principio de la entropía, 237.—9-10. Entropía y energía no utilizable, 239.—9-11. Entropía y desorden, 242.—9-12. Entropía y sentido. Entropía absoluta, 243.—9-13. Flujo y producción de entropía, 244.—Problemas, 246.	
CAP. 10.—MECÁNICA ESTADÍSTICA ... .. .	253
10-1. Principios fundamentales, <i>pág.</i> 253.—10-2. Distribución de equilibrio, 257.—10-3. Significado de $A$ y $\beta$ , 260.—10-4. Función partición, 264.—10-5. Función partición de un gas monoatómico perfecto, 266.—10-6. Equipartición de la energía, 269.—10-7. Interpretación estadística del trabajo y del calor, 271.—10-8. Desorden, entropía e información, 273.—Problemas, 275.	
CAP. 11.—SUSTANCIAS PURAS ... .. .	278
11-1. Entalpía, <i>pág.</i> 278.—11-2. Funciones de Helmholtz y de Gibbs, 283.—11-3. Teoremas matemáticos, 285.—11-4. Ecuaciones de Maxwell, 286.—11-5. Ecuaciones $T dS$ , 290.—11-6. Ecuaciones de la energía, 295.—11-7. Ecuaciones de las capacidades caloríficas, 297.—11-8. Capacidad calorífica a presión constante, 300.—11-9. Coeficiente de dilatación, 302.—11-10. Compresibilidad, 306.—11-11. Capacidad calorífica a volumen constante, 311.—11-12. Mecánica estadística de un cristal no metálico, 312.—11-13. Espectro de frecuencias de un cristal, 318.—11-14. Propiedades térmicas de los metales, 324.—Problemas, 335.	
CAP. 12.—CAMBIOS DE FASE. HELIO LÍQUIDO Y SÓLIDO ... .. .	342
12-1. Efecto Joule-Kelvin, <i>pág.</i> 342.—12-2. Licuación de gases por el efecto Joule-Kelvin, 345.—12-3. Cambios de fase de primer orden. Ecuación de Clapeyron, 353.—12-4. Sublimación. Ecuación de Kirchhoff, 357.—12-5. Constante de la presión de vapor, 361.—12-6. Medida de la presión de vapor, 366.—12-7. Vaporización, 369.—12-8. Estado crítico, 376.—12-9. Fusión, 380.—12-10. Cambios de orden superior, 385.—12-11. Helio líquido y sólido, 391.—Problemas, 396.	
CAP. 13.—PROBLEMAS ESPECIALES ... .. .	404
13-1. Hilo metálico estirado, <i>pág.</i> 404.—13-2. Lámina superficial, 404.—13-3. Pila reversible, 407.—13-4. Pila de combustión, 409.—13-5. Dieléctrico en un condensador plano, 411.—13-6. Efecto piezoeléctrico, 413.—13-7. Fenómenos termoelectrónicos, 417.—13-8. Corrientes simultáneas, eléctrica y calorífica, en un conductor, 419.—13-9. Efectos Seebeck y Peltier, 422.—13-10. Efecto Thomson y ecuaciones de Kelvin, 424.—13-11. Refrigeración termoelectrónica, 427.—13-12. Propiedades de un sistema de fotones, 429.—13-13. Estadística Bose-Einstein aplicada a los fotones, 431.—13-14. Pirómetro óptico, 434.—13-15. Leyes de Wien y de Stefan-Boltzmann, 436.—13-16. Presión de radiación. Radiación del cuerpo negro como sistema termodinámico, 440.—Problemas, 443.	

CAP. 14.—PARAMAGNETISMO; CRIOGENIA; TEMPERATURAS NEGATIVAS Y TERCER PRINCIPIO	450
14-1. Magnetismo atómico, <i>pág.</i> 450.—14-2. Mecánica estadística de un subsistema de iones magnéticos, 454.—14-3. Momento magnético de un subsistema de iones magnéticos, 459.—14-4. Propiedades térmicas de un subsistema de iones magnéticos, 465.—14-5. Producción de temperaturas de milésimas de grado por desimanación iónica, 469.—14-6. Termometría de las bajas temperaturas, 480.—14-7. Frigorífico magnético, 486.—14-8. Polarización de núcleos magnéticos, 489.—14-9. Producción de temperaturas de microgrados mediante desimanación nuclear, 494.—14-10. Temperaturas Kelvin negativas, 497.—14-11. Experimento de Pound, Purcell y Ramsey, 502.—14-12. Termodinámica a temperaturas negativas, 506.—14-13. Tercer principio de la termodinámica, 508.—Problemas, 515.	
CAP. 15.—SUPERFLUIDEZ Y SUPERCONDUCTIVIDAD	520
15-1. Superfluidez del helio líquido II, <i>pág.</i> 520.—15-2. Efecto fuente, 523.—15-3. Segundo sonido, 528.—15-4. Cuarto sonido, 534.—15-5. Película deslizante. Tercer sonido, 534.—15-6. Otros efectos de la superfluidez, 539.—15-7. Movimiento de He <sup>3</sup> a través de He <sup>4</sup> superfluido, 543.—15-8. Temperatura de transición al estado superconductor, 545.—15-9. Propiedades magnéticas de los superconductores del tipo I, 549.—15-10. Capacidad calorífica de los superconductores del tipo I, 555.—15-11. Salto de energía, 560.—15-12. Superconductores del tipo II, 563.—Problemas, 567.	
CAP. 16.—EQUILIBRIO QUÍMICO	570
16-1. Ley de Dalton, <i>pág.</i> 570.—16-2. Membrana semipermeable, 571.—16-3. Teorema de Gibbs, 572.—16-4. Entropía de una mezcla de gases perfectos inertes, 573.—16-5. Función de Gibbs de una mezcla de gases perfectos inertes, 576.—16-6. Equilibrio químico, 577.—16-7. Descripción termodinámica de los estados de no equilibrio, 579.—16-8. Condiciones para el equilibrio químico, 581.—16-9. Condiciones para la estabilidad mecánica, 583.—16-10. Ecuaciones termodinámicas para una fase, 585.—16-11. Potenciales químicos, 588.—16-12. Grado de reacción, 589.—16-13. Ecuación de equilibrio, 593.—Problemas, 595.	
CAP. 17.—REACCIONES DE LOS GASES PERFECTOS	599
17-1. Ley de las masas, <i>pág.</i> 599.—17-2. Determinación experimental de las constantes de equilibrio, 600.—17-3. Calor de reacción, 602.—17-4. Ecuación de Nernst, 607.—17-5. Afinidad, 610.—17-6. Desplazamiento del equilibrio, 614.—17-7. Capacidad calorífica de gases reaccionantes en equilibrio, 616.—Problemas, 617.	
CAP. 18.—SISTEMAS HETEROGÉNEOS	621
18-1. Ecuaciones termodinámicas de un sistema heterogéneo, <i>pág.</i> 621.—18-2. Regla de las fases sin reacción química, 623.—18-3. Aplicaciones sencillas de la regla de las fases, 627.—18-4. Regla de las fases con reacción química, 631.—18-5. Determinación del número de componentes, 635.—18-6. Desplazamiento del equilibrio, 639.—Problemas, 642.	
APÉND. A.—CONSTANTES FÍSICAS	647
APÉND. B.—FUNCIONES ZETA DE RIEMANN	648
BIBLIOGRAFÍA	651
RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS	655
INDICE ALFABÉTICO DE AUTORES Y MATERIAS	661