

Daniele Sette

Lezioni di fisica

**Comportamento termico
della materia termodinamica**

Volume II

Quarta edizione

MASSON
editoriale **Veschi** 

1993

INDICE

COMPORAMENTO TERMICO DELLA MATERIA. TERMODINAMICA

CAPITOLO I - CENNI DI STRUTTURA ATOMICA

| | | |
|--|------|----|
| 1 - Introduzione | Pag. | 1 |
| 2 - Teoria di Bohr per l'atomo di idrogeno | " | 2 |
| 3 - Cenni sulle probabilita' e sulle funzioni di distribuzione | " | 7 |
| 4 - Cenni sui fondamenti della meccanica quantistica | " | 11 |
| 5 - Livelli di energia degli elettroni in un atomo | " | 16 |
| 6 - Struttura dell'atomo e sistema periodico degli elementi | " | 23 |
| 7 - Forze fra atomi | " | 31 |
| 8 - Molecole e cristalli | " | 37 |
| Bibliografia | " | 40 |

CAPITOLO II - TERMOLOGIA

| | | |
|---|---|----|
| 1 - Introduzione | " | 41 |
| 2 - Temperatura. Principio zero della termodinamica | " | 42 |
| 3 - Scale termometriche | " | 47 |
| 4 - Termometri | " | 51 |
| 5 - Espansione termica dei solidi | " | 53 |
| 6 - Espansione termica dei fluidi | " | 58 |
| 7 - Quantita' di calore. Calorimetri. Caloria. Calori specifici | " | 59 |
| 8 - Trasmissione del calore. Convezione | " | 65 |
| 9 - Conduzione | " | 65 |
| 10 - Irraggiamento | " | 69 |

CAPITOLO III - PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA E CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

| | | |
|--|---|----|
| 1 - Introduzione | " | 73 |
| 2 - Sistemi termodinamici | " | 73 |
| 3 - Equilibrio termodinamico | " | 74 |
| 4 - Grandezze o variabili di stato. Equazioni di stato | " | 78 |
| 5 - Trasformazioni | " | 83 |

| | | |
|--|------|-----|
| 4 - Lavoro in trasformazioni reversibili | Pag. | 86 |
| 7 - Calore ed energia. Equivalente meccanico della caloria | " | 88 |
| 8 - Primo principio della termodinamica. Principio di conservazione dell'energia | " | 92 |
| 9 - Capacita' termiche e calori specifici | " | 95 |
| 10 - Quantita' di calore fornite a volume od a pressione costante. Eptalpia | " | 97 |
| 11 - Processi isotermi | " | 99 |
| 12 - Processi adiabatici | " | 100 |
| Bibliografia | " | 101 |

CAPITOLO IV - STATI GASSOSO E LIQUIDO DELLA MATERIA

| | | |
|---|---|-----|
| 1 - Introduzione | " | 102 |
| 2 - Equazione di stato per i gas perfetti | " | 103 |
| 3 - Legge di Joule | " | 107 |
| 4 - Espressione del I Principio della termodinamica per i gas perfetti | " | 109 |
| 5 - Trasformazioni di gas perfetti | " | 110 |
| 6 - Teoria cinetica e modello dei gas perfetti | " | 113 |
| 7 - Pressione nella teoria cinetica | " | 115 |
| 8 - Equazione di stato dei gas perfetti ed interpretazione cinetica della temperatura | " | 118 |
| 9 - Distribuzione delle velocita' molecolari in stati di equilibrio | " | 120 |
| 10 - Verifica sperimentale della legge di Maxwell | " | 128 |
| 11 - Legge di Boltzmann di distribuzione delle energie | " | 130 |
| 12 - Limiti della statistica di Maxwell-Boltzmann | " | 133 |
| 13 - Calori specifici dei gas perfetti ed equipartizione dell'energia | " | 134 |
| 14 - Oscillatore armonico e rotatore libero nella meccanica quantistica | " | 138 |
| 15 - Teoria quantistica dei calcoli specifici | " | 140 |
| 16 - Energia di vibrazione e calore specifico di molecole biatomiche | " | 144 |
| 17 - Libero cammino medio | " | 147 |
| 18 - Viscosita' e conduzione termica nei gas | " | 149 |
| 19 - Diffusione | " | 155 |
| 20 - Produzione alti vuoti. Pompe a diffusione | " | 157 |
| 21 - Gas reali e deviazioni dall'equazione di stato dei gas perfetti | " | 158 |
| 22 - Isotherme per i gas reali nel piano pressione-volume | " | 161 |
| 23 - Equazione di stato di Van der Waals | " | 163 |
| 24 - Legge degli stati corrispondenti | " | 170 |

| | |
|--|----------|
| 25 - Forze intermolecolari | Pag. 170 |
| 26 - Stato liquido ed equazione di Van der Waals | " 176 |
| 27 - Tensione superficiale nei liquidi | " 178 |
| 28 - Contatto di due fluidi con un terzo mezzo | " 183 |
| 29 - Capillarità | " 186 |
| 30 - Evaporazione. Ebollizione | " 189 |
| 31 - Sublimazione | " 194 |
| 32 - Umidità | " 195 |

CAPITOLO V - STATI SOLIDO E LIQUIDO DELLA MATERIA

| | |
|--|-------|
| 1 - Introduzione | " 196 |
| 2 - Solidi cristallini e corpi amorfi | " 197 |
| 3 - Equazioni di stato | " 199 |
| 4 - Calori specifici, teoria classica e teoria quantistica di Einstein | " 202 |
| 5 - Vibrazioni indipendenti in un mezzo continuo | " 206 |
| 6 - Numero totale di vibrazioni indipendenti in un cristallo | " 209 |
| 7 - Teoria quantistica di Debye | " 213 |
| 8 - Contributo degli elettroni liberi al calore specifico dei metalli | " 218 |
| 9 - Fusione e solidificazione | " 221 |
| 10 - Liquidi a struttura quasi cristallina | " 224 |
| 11 - Calori specifici nei liquidi | " 229 |

CAPITOLO VI - SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

| | |
|--|-------|
| 1 - Introduzione | " 230 |
| 2 - Macchine termiche | " 231 |
| 3 - Ciclo di Carnot | " 232 |
| 4 - Secondo principio della termodinamica | " 235 |
| 5 - Teoremi di Carnot | " 237 |
| 6 - Temperatura termodinamica | " 240 |
| 7 - Zero assoluto e sua irraggiungibilità | " 243 |
| 8 - Entropia | " 245 |
| 9 - Inequazione di Clausius | " 255 |
| 10 - Entropia nei sistemi isolati. Processi irreversibili | " 257 |
| 11 - Temperatura ed entropia come coppia di variabili di stato | " 260 |
| 12 - Entropia e disordine | " 261 |
| 13 - Entropia ed informazione | " 268 |
| 14 - Entropia ed espressioni del primo e del secondo principio della termodinamica | " 272 |
| 15 - Entropia in relazione alla temperatura, al volume ed alla pressione | " 274 |
| 16 - Entropia di un gas perfetto | " 279 |

| | |
|--|----------|
| 17 - Espansione di un gas | Pag. 282 |
| 18 - Entropia nei cambiamenti di stato | " 289 |
| 19 - Entropia di mescolamento | " 292 |
| 20 - Processi di refrigerazione per il raggiungimento di basse temperature | " 293 |

CAPITOLO VII - FUNZIONI TERMODINAMICHE CARATTERISTICHE

| | |
|---|-------|
| 1 - Introduzione | " 298 |
| 2 - Energia interna | " 298 |
| 3 - Entalpia | " 303 |
| 4 - Funzione di Helmholtz o energia libera a temperatura costante | " 304 |
| 5 - Funzione di Gibbs od entalpia libera | " 317 |
| 6 - Altre funzioni caratteristiche. Riepilogo | " 320 |
| 7 - Derivate parziali e formule termodinamiche | " 324 |

CAPITOLO VIII - EQUILIBRIO NEI SISTEMI TERMODINAMICI

| | |
|---|-------|
| 1 - Introduzione | " 328 |
| 2 - Criteri di equilibrio in termini di grandezze estensive | " 328 |
| 3 - Criteri di equilibrio in termini di grandezze intensive | " 329 |
| 4 - Equilibrio fra due fasi della medesima sostanza. Equazione Clausius-Clapeyron | " 333 |
| 5 - Equilibrio di sistemi formati da piu' componenti in varie fasi. Regola delle fasi | " 337 |

CAPITOLO IX - TERZO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

| | |
|---|-------|
| 1 - Terzo principio della termodinamica | " 340 |
| 2 - Evidenza sperimentale del III principio | " 344 |

CAPITOLO X - RADIAZIONE E MATERIA

| | |
|--|-------|
| 1 - Introduzione | " 350 |
| 2 - Emissione, assorbimento e riflessione di energia radiante | " 350 |
| 3 - Pressione di radiazione | " 357 |
| 4 - Radiazione del corpo nero | " 359 |
| 5 - Trattazione classica e quantistica dell'emissione del corpo nero | " 362 |

INDICE ANALITICO DEI VOLUMI I - II

| | |
|---|-----|
| " | 367 |
|---|-----|