

Indice

Presentazione dell'edizione italiana XI

Prefazione XIII

1 I CONCETTI FONDAMENTALI DELLA TERMODINAMICA 1

1.1 La termodinamica e l'energia 2

1.2 Le grandezze fisiche e le unit  di misura 4

1.3 I sistemi chiusi e i sistemi aperti 7

1.4 Le forme di energia 8

1.5 Le propriet  di un sistema termodinamico 11

1.6 Lo stato e l'equilibrio 12

1.7 Le trasformazioni e i cicli termodinamici 13

1.8 Il postulato di stato 16

1.9 La pressione 16

1.10 La temperatura e il principio zero della termodinamica 20

1.11 Sommario 24

2 LE PROPRIETA DELLE SOSTANZE PURE 27

2.1 Le sostanze pure 28

2.2 Le fasi di una sostanza pura 28

2.3 I cambiamenti di fase delle sostanze pure 30

2.4 Diagrammi di stato per trasformazioni
con cambiamento di fase 33

2.5 La superficie p-V-T 39

2.6 Le tabelle delle propriet  40

2.7 L'equazione di stato dei gas perfetti 46

2.8 Il fattore di compressibilit . Una misura dello scostamento
dal comportamento di gas perfetto 49

2.9 Le altre equazioni di stato 52

2.10 Sommario 57

3 IL PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA: I SISTEMI CHIUSI 59

3.1 Introduzione al primo principio della termodinamica 60

3.2 La trasmissione di calore 60

3.3 Il lavoro 67

3.4 Le forme meccaniche del lavoro 71

3.5 Il primo principio della termodinamica 78

3.6 I calori specifici 84

3.7 Energia interna, entalpia e calori specifici dei gas perfetti 85

3.8 Energia interna, entalpia e calori specifici di solidi e liquidi 93

3.9 Gli aspetti termodinamici dei sistemi biologici 95

3.10 Sommario 101

4 IL PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA: I VOLUMI DI CONTROLLO 105

4.1 L'analisi termodinamica dei volumi di controllo 106

4.2 I processi a flusso stazionario 111

4.3Alcuni dispositivi a flusso stazionario 115

4.4Sommario 126

5 ALI IL SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA 129

5.1 Introduzione al secondo principio della termodinamica130

5.2 I serbatoi di energia termica131

5.3 I motori termici131

5.4 - Macchine frigorifere e pompe di calore137

5.5Le macchine a moto perpetuo 143

5.6Trasformazioni reversibili e irreversibili 145

5.7il ciclo di Carnot 150

5.8I teoremi di Carnot 152

5.9La scala termodinamica di temperatura 153

5.10 Il motore termico di Carnot155

5.11 La macchina frigorifera e la pompa di calore di Carnot158

5.12 Sommario160

6 L'ENTROPIA163

6.1La disuguaglianza di Clausius 164

6.2L'entropia 165

6.3Il principio dell'aumento dell'entropia 167

6.4Il bilancio di entropia 169

6.5Che cos' l'entropia? 173

6.6Il diagramma T-s 176

6.7 La valutazione della variazione di entropia178

6.8 La variazione di entropia di solidi e liquidi18()

6.9 La variazione di entropia dei gas perfetti182

6.10 Il lavoro per trasformazioni reversibili in condizioni
di flusso stazionario186

6.11 Sommario189

7 CICLI DIRETTI E CICLI INVERSI193

7.1Considerazioni fondamentali nell'analisi dei cicli diretti 195

7.2il ciclo di Carnot come ciclo di confronto 197

7.3I cicli ad aria standard 199

7.4Descrizione dei motori alternativi 200

7.5Il ciclo Otto: ciclo ideale dei motori ad accensione comandata 202

7.6il ciclo Diesel: ciclo ideale dei motori ad accensione spontanea 209

7.7il ciclo Brayton: ciclo ideale degli impianti a turbina a gas 213

7.8il ciclo Brayton con rigenerazione 219

7.9il ciclo ideale della propulsione a getto 223

7.10il ciclo di Carnot a vapore 230

7.11il ciclo Rankine: ciclo ideale degli impianti motori a vapore 231

7.12 Il ciclo Rankine ideale con risurriscaldamento239

7.13 Macchine frigorifere e pompe di calore243

7.14 il ciclo inverso di Carnot244

7.15 il ciclo inverso a compressione di vapore ideale246

7.16 Propriet dei refrigeranti250

7.17 Le pompe di calore252

7.18 La refrigerazione termoelettrica253

7.19 Sommario255

8 LE MISCELE DI GAS 261

- 8.1 La composizione delle miscele di gas 262
- 8.2 Comportamento p-v-T delle miscele di gas:
gas perfetti e gas reali 264
- 8.3 Le proprietà delle miscele di gas: gas perfetti e gas reali 269
- 8.4 Sommario 277

9 MISCELE GAS-VAPORE E CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA 281

- 9.1 Aria secca e aria atmosferica 282
- 9.2 Umidità assoluta e umidità relativa 283
- 9.3 La temperatura di rugiada 285
- 9.4 La temperatura di saturazione adiabatica e la temperatura di bulbo umido 287
- 9.5 Il diagramma psicrometrico 290
- 9.6 Il benessere termigrometrico e il condizionamento dell'aria 292
- 9.7 Trasformazioni per il condizionamento dell'aria 294
- 9.8 Sommario 307

- 14.4 Le proprietà radiative 483
- 14.5 La radiazione solare e atmosferica 492
- 14.6 Il fattore di vista 497
- 14.7 La trasmissione di calore per irraggiamento: superfici nere 510
- 14.8 La trasmissione di calore per irraggiamento: superfici grigie e diffondenti 512
- 14.9 Gli schermi di radiazione e l'influenza dell'irraggiamento 525
- 14.10 Sommario 529

15. GLI SCAMBIATORI DI CALORE 533

- 15.1 I diversi tipi di scambiatori di calore 534
- 15.2 Il coefficiente globale di scambio termico 537
- 15.3 Il dimensionamento degli scambiatori di calore 544
- 15.4 La differenza media logaritmica di temperatura 547
- 15.5 Il metodo ε-NTU 556
- 15.6 La scelta di uno scambiatore di calore 566
- 15.7 Sommario 570

16 IL RAFFREDDAMENTO DELLE APPARECCHIATURE ELETTRONICHE 573

- 16.1 Introduzione e cenni storici 575
- 16.2 Costruzione delle apparecchiature elettroniche 576
- 16.3 Il carico termico delle apparecchiature elettroniche 582
- 16.4 L'ambiente termico 584
- 16.5 Il raffreddamento delle apparecchiature elettroniche in differenti applicazioni 585
- 16.6 Il raffreddamento per conduzione 588
- 16.7 Il raffreddamento ad aria: la convezione naturale e l'irraggiamento 603
- 16.8 Il raffreddamento ad aria: la convezione forzata 610
- 16.9 Il raffreddamento a liquido 625
- 16.10 Il raffreddamento a immersione 628
- 16.11 I tubi di calore 633
- 16.12 Sommario 638

LETTURE CONSIGLIE641

APPENDICE TABELLE DELLE PROPRIET

E DIAGRAMMI643