

Revised
Edition

REFRIGERATION AIR CONDITIONING And COLD STORAGE

RAYMOND C. GUNTHER



* S K N 0 0 0 7 1 2 *

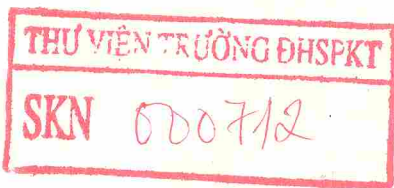


REFRIGERATION, AIR CONDITIONING, and COLD STORAGE

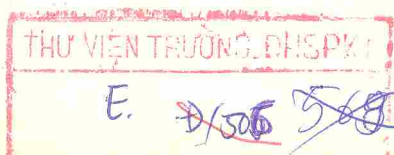
PRINCIPLES AND APPLICATIONS
SECOND REVISED AND ENLARGED EDITION

RAYMOND C. GUNTHER

Colonel, USAR Ret.; Registered Professional Engineer;
Formerly, Officer in Charge, Refrigeration School,
Army Service Forces Training Center



CHILTON BOOK COMPANY
Philadelphia New York London



Contents

PREFACE

vii

1. INTRODUCTION TO REFRIGERATION

3

General Definition and Development; Purpose; Mechanical Refrigeration Principles; Primary and Secondary Systems

2. THERMAL ENERGY

12

Energy; Conservation of Energy; State of the Energy; Heat—Thermal Energy in Transition; Work—Energy Expended; Power—Rate of Doing Work; Thermal Energy—Molecular Theory; Heat Measurement; Specific Heat; Latent Heat; Total Internal Energy; Enthalpy; Potential Thermal Energy—Change in State or Volume; Thermal Kinetic Energy—Change in Temperature; Entropy—Unavailable Energy; Wasted Energy; Efficiency of Thermodynamic Systems; Shaft Work; State Path—Reversible and Irreversible Processes; Temperature Differential; Heat—Work Equivalents; Expansion of Substances; Heat Transfer

3. PRESSURE

61

Atmospheric Pressure; Gage Pressures; Absolute Pressure; Vacuum; Pascal's Law; Liquid Pressures; Vaporization and Evaporation; Condensation; Pressure-Evaporation Relationship; Saturated Liquid; Saturated Vapor; Superheat; Tables of Thermal Properties of Fluids

4. GASES

95

Density; Critical Temperatures and Pressures of Gases; Boyle's Law of Gases; Charles' Law of Gases; Gay-Lussac's Law of Gases; Multiple Factor Changes; Density-Pressure-Temperature Relationship; Gas Constants; Dalton's Law of Partial

Pressures; Specific Heat of Gases; Isothermal Expansion and Compression; Adiabatic Expansion and Compression; Isothermal and Adiabatic Curves; Use of Pressure-Volume Diagrams

- 5. REFRIGERANTS** 124
Refrigerating Effect; Boiling Point; Condensing Temperature and Pressure; Compression Ratio; Coefficient of Performance; Density; Specific Heat of Liquid; Specific Heat of Vapors; Critical Temperature and Pressure; Freezing Point; Chemical Stability and Effect of Moisture; Refrigerant-Oil Relationship; Toxicity; Flammability; Leak Detection; Odor; Classification; Availability; Refrigerant Characteristics
- 6. THE REFRIGERATION CYCLE** 183
Step 1, Evaporation; Step 2, Compression; Step 3, Condensation; Step 4, Pressure Reduction
- 7. THERMODYNAMIC FUNCTIONS** 211
Enthalpy; Entropy; The Temperature-Entropy or Ts Diagram; The Pressure-Enthalpy or Ph Diagram; Power Requirements as Determined from the Ph Chart; Thermal Variations in Simple Systems; Effect of Superheating on the Ph Diagram; Effect of Liquid Subcooling on the Ph Diagram; Effect of Heat Exchanger on the Ph Diagram; Coefficient of Performance; Theoretical vs. Practical Considerations; Effect of Different Compression Ratios on the Ph Diagram; The Mollier Diagram; Reversible Work Process, Carnot Cycle; Coefficient of Performance, Carnot Cycle
- 8. EQUIPMENT** 267
The Receiver; The Evaporator; The Compressor; The Condenser; Boosters; Accumulators; Intercoolers; Heat Exchangers or Economizers; Throttling Devices; Purgers; Cooling Towers; Dryers; Filters and Strainers; Scale Traps
- 9. CONTROLS** 418
Throttling Devices; Capacity Controls; Pressure Controls; Temperature Controls; Condenser Water-Regulating Valves; Solenoid Valves; Program Control; Safety Controls; Stop Valves; Thermometers and Pressure Gages; Liquid Flow Gages; Liquid Level Gages; Pneumatic Controls (Suction Damper Regulator); Trane Pneumatic Inlet Vane Control

10. PRIME MOVERS, FANS, AND PUMPS

523

Steam Turbines; Electric Motors; Fundamental Electricity; The Magnetic Circuit; The Electric Generator; Electric Currents; Values of Current and Voltage in A-C Circuits; Power in A-C Circuits; Power Factor; Polyphase Circuits; Relationship of a Magnetic Field to an Induction Motor; Classification of A-C Electric Motors and Their Characteristics; D-C Motors; Drives for Transmitting Power; Air-Handling Equipment; Fan Design and Performance Characteristics; Pumps; Pump Data; Flexible Couplings

11. REFRIGERATION CALCULATIONS

670

Standard Measurement of Refrigeration Load; Temperature Conversions; Heat-Work Equivalents; Practical Use of Specific Heat Factors; Resultant Temperature Calculations; Refrigerating Effect; Heat Capacity of Refrigerants; Condenser Load Calculations; Latent Heat of Fusion—Food Products; Infiltration Load; Heat Load—Human Beings; Heat Transfer Equipment Calculations; Mean Temperature Difference; Evaporator Pressure Determinations; Specific Volume Determinations; Condenser Pressure Determinations; Compressor Discharge Temperature; Specific Volume—Compressor Discharge; Compression Ratio; Amount of Refrigerant Required per Ton of Refrigeration; Work Done by Compressor; Coefficient of Performance or Performance Factor; Horsepower Required per Ton of Refrigeration; Mean Effective Pressure; Pressure Drop Due to Liquid Risers, or Lift; Pressure Drop Due to Friction in Pipes; Drop in Pressure Due to Bends, Fittings, and Valves; Pressure Drop Across an Expansion Valve; Horsepower and Head-Centrifugal Compressors and Fans; Torque-Horsepower Relationship

12. HEAT TRANSFER

761

Principles Involved in Heat Transmission; Methods of Heat Transfer; Heat-Transfer Factors—Through a Separating Wall; Measurement of Heat Transmission; Resistivity or Resistance to Heat Transmission; Floors; Insulation; Types of Insulation; Heat-Transfer Equipment; Mathematical Determinations of Heat Transfer in Equipment; Over-All Coefficient of Heat Transfer in Equipment; Heat-Transfer Surface Area Calculations

13. SECONDARY OR INDIRECT REFRIGERATION

814

Secondary Mediums; Brines; Chemical Balance of Brines; The

pH Scale; Measurement of pH; Chemical Treatment of Brines; Eutectic Solutions; Other Brines or Antifreeze Solutions; Endotherms; Water

- 14. PRINCIPLES OF COLD STORAGE** 893
Factors Contributing to Food Spoilage; Causes of Food Spoilage; Control Measures to Be Taken to Allay or to Prevent Spoilage of Foods; Cold-Storage Practices; Rancidity; Effect of Low Temperatures on Milk; Eggs; Dunnage; Cold-Storage Warehouses; Frozen-Food Locker Plants
- 15. LUBRICATION** 958
Friction; Theory of Lubrication; Lubricants; Hydrocarbon Structural Formulas; Refining of Lubricating Oils; Classification of Mineral Lubricating Oils; Physical and Chemical Properties of Mineral Lubricating Oils; Additives; Reclassification of Lubricating Oils; Fixed Oils; Plastic Lubricants; Solid Lubricants; Coefficient of Friction of Various Substances; Application of Lubricants; Refrigeration Compressor Lubrication; Refrigerating Compressor Lubricating Oils; Refrigeration System Problems Due to Lubricating Oils; Oil-Refrigerant Miscibility; Oil Traps; Oil Chillers; Oil Still; Foam Breakers; Copper Plating; Gear Lubricants
- 16. THE REFRIGERATION SYSTEM** 1085
Simple Refrigeration System; Multi-evaporator, Single Temperature Systems; Multi-Temperature Systems; Low-Temperature Multi-Stage System; Two-Stage System with Rotary Booster; Brine Cooler; The Hermetic System; Cascade Systems; High Humidity Systems; Defrosting; Ice-Making Systems; Transportation Equipment; Self-Refrigerated Propane Storage; Dry-Ice Production; Refrigeration Capacity Storage; Refrigeration in Metallurgy
- 17. OTHER REFRIGERATION SYSTEMS** 1139
Steam Jet; Absorption; Cryogenics; Stirling Cycle; Cold Gas Refrigerator; Cryogenically Cooled Systems; Magnetic Cooling; Air Cycles; Vortex Tube; Thermoelectric Phenomena; Reverse Cycle or Heat Pump
- 18. PRINCIPLES OF AIR CONDITIONING** 1258
Air; Absolute Humidity; Relative Humidity; Dewpoint Temperature; Dry-Bulb Temperature; Wet-Bulb Temperature;

Effect of Adding Moisture to Air on Dewpoint and Dry-Bulb Temperature; Sensible Heat of Air; Latent Heat of Water Vapor; Total Heat of Air; Relationship of Dewpoint, Dry-Bulb, and Wet-Bulb Temperatures; Psychrometric Laws; Psychrometric Chart; Volume Determination for Any Mixture of Air and Water Vapor; Volume of Air Required to Maintain Relative Humidity—Humidifying; Volume of Air Required to Absorb Heat Load—Dehumidifying; Heat Loads; Refrigeration Load, Dehumidifying or Cooling; Infiltration; Air-Conditioning Apparatus; Ducts; Comfort Conditions; Air Purification; Automobile Air Conditioning; Air Curtains

STUDY REFERENCE

1310

Air Conditioning; Brines; Compressors; Controls; Electricity; Fans; Foods—Composition and Storage Requirements; Heat Transfer—Building Materials; Heat Transfer—Equipment; Lubricants, Additives; Lubricants, Tests; Lubrication; pH Control; Piping; Pumps; Refrigerants—Thermodynamic Property Tables and Mollier Charts; Water

APPENDIX

1315

Table I. Saturated Ammonia: Temperature Table	1316
Table II. Saturated Ammonia: Absolute Pressure Table	1320
Table III. Properties of Liquid Ammonia	1324
Table IV. Properties of Superheated Ammonia Vapor	1326
Table V. Freon-11—Properties of Liquid and Saturated Vapor	1342
Table VI. Freon-12—Properties of Liquid and Saturated Vapor	1343
Table VII. Carrene-7—Properties of Liquid and Saturated Vapor	1345
Table VIII. Sulphur Dioxide—Properties of Liquid and Saturated Vapor	1347
Table IX. Vapor Pressures of Genetrons 113, 11, 114, 12, 22 and 13	1348
Table X. Properties of Saturated Steam	1349
Table XI. Dimensions of Copper Tubing	1350
Table XII. Engineering Details, 2-Stage Reciprocating Compressor	1351

INDEX

1352

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



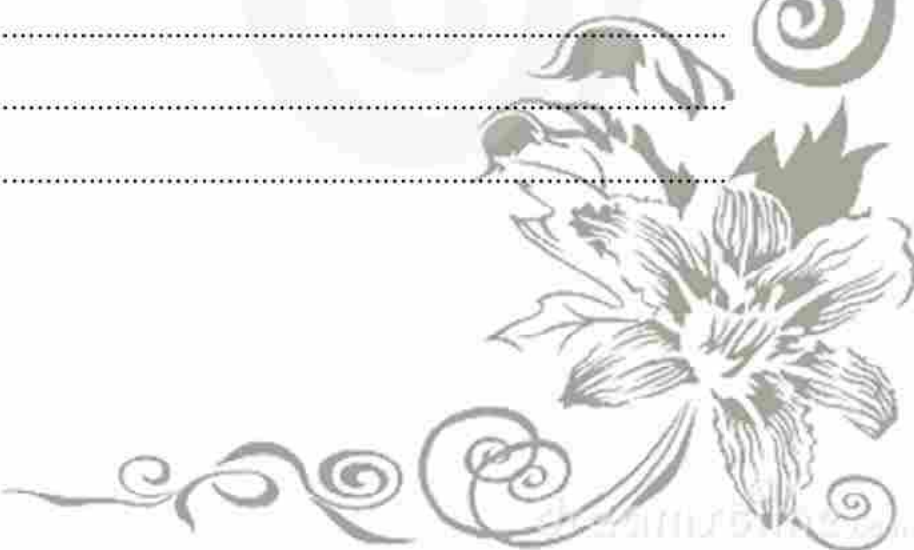
Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines for writing, arranged in a central column. There are 18 lines in total, providing space for the donor information.



Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines for writing, arranged in a central column. There are 18 lines in total, providing space for the user to provide donor information.

