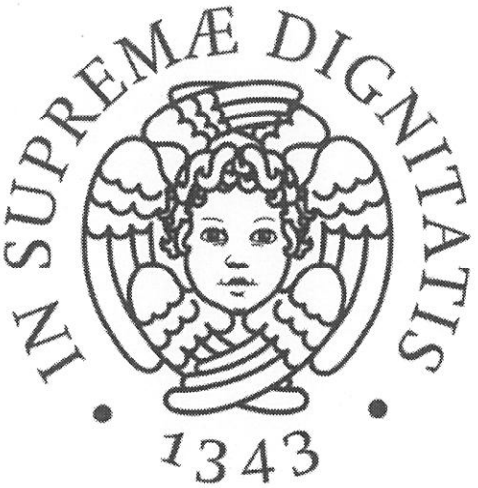
UNIVERSITÀ DI PISA



master COPY

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

APPUNTI DI FISICA TECNICA

master COPY

a cura di Filippo Bellucci

Corso del professor Carlo Bartoli

Anno Scolastico 2020/2021



Indice

1 Sistema, Variabili e Trasformazioni **4**

1.1 Che cos'è un sistema? 4

1.2 Variabili di scambio e Variabili di stato 5

1.3 Le trasformazioni 5

2 Principio Zero e Primo Principio della Termodinamica **6**

2.1 Principio Zero della Termodinamica 6

2.2 Primo Principio della Termodinamica 7

3 Esperienza di Joule-Thom Son **12**

3.1 Prima parte: Joule 12

3.2 Seconda parte: Thom Son 13

4 Secondo Principio della Termodinamica **17**

4.1 Enunciato di Kelvin-Plank 17

4.2 Enunciato di Clausius 17

4.3 Enunciato di Carnot e Macchina di Carnot 18

4.4 Disuguaglianza di Clausius e Secondo Principio della Termodinamica per Sistemi Chiusi 19

4.5 Secondo Principio della Termodinamica per Sistemi Aperti 20

5 Equazioni Fondamentali della Termodinamica **22**

5.1 Prima Equazione Fondamentale della Termodinamica 22

5.2 Seconda Equazione Fondamentale della Termodinamica 23

6 Politropica **24**

7 La Macchina di Carnot **26**

8 Diagrammi di Stato **28**

8.1 Diagramma P-T (o Diagramma delle Fasi) 28

8.2 Diagramma P-V (o Diagramma di Clapeyron) 29

8.3 Diagramma T-S (o Diagramma di Andrius) 31

8.4 Diagramma I-S (o Diagramma di Mollier) 34

9 Le Tabelle di Vapore **36**

9.1 Tabelle dei Vapori Saturi e Surriscaldati 36

9.2 Come si lavora con i vapori saturi? 36

9.3 Come si lavora con i liquidi sottoraffreddati? 37

10 Turbina a Vapore e Ciclo Termico di Rankine-Hirn **39**

10.1 Turbina a Vapore e Cicli di Riferimento 39

10.2 Ciclo Termico Rankine-Hirn 39

11 Spillamento **44**

12 Turbina a Gas e Ciclo di Joule-Brayton **49**

12.1 Turbina a Gas 49

12.2 Ciclo di Joule-Brayton 50

13 La rigenerazione **55**

14 Serie di Frazionamenti **58**

15 Cicli Inversi **60**

16 Come si progetta un ciclo frigorifero? **65**

17 Il Ciclo Criogenico Grifford-McMahon **70**

18 Sistema a Compressione Statica 73

19 Ciclo a Benzina 75

20 Trasmissione di Calore 77

21 Postulato ed Equazione di Fourier 80

21.1 Postulato di Fourier 80

21.2 Equazione di Fourier 81



