



## UNIVERSITÀ DI PISA FISICA TECNICA

### CARLO BARTOLI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA ELETTRONICA
Codice	095II
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA TECNICA	ING-IND/10	LEZIONI	60	CARLO BARTOLI

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione e panoramica del corso, illustrazione modalità esami e riferimenti di bibliografia. Definizione di sistema chiuso e aperto. L'equilibrio termodinamico. Variabili di scambio e di stato. Grandezze intensive ed estensive. Trasformazioni reversibili ed irreversibili.

Pareti adiabatiche e diatermiche, concetto di termostato, Principio zero della termodinamica. Equazione dei "gas perfetti" con  $R'$  costante propria di ogni singolo gas. Termometro a gas "perfetto", termocoppie per effetto Seebeck e Termometri a resistenza. Il Primo Principio della Termodinamica per sistemi chiusi. Esempi

Problemi sul I principio della Termodinamica per sistemi chiusi

Lavoro specifico e potenza di pulsione, Lavoro e potenza netta. Il Primo Principio della Termodinamica generalizzato per sistemi aperti.

Concetto di stazionarietà. Sistemi AMR (aperti monodimensionali a regime stazionario). Primo principio per sistemi AMR e importanza pratica dell'Entalpia ; esercizi su sistemi AMR e problemi.

Esperienza di Joule-Thomson.

Esempi di riempimento di gas limite di sistema cilindro-pistone. Esempi Sistemi Aperti in Equilibrio Interno (AEI).

Introduzione al Secondo Principio della Termodinamica: il principio delle impossibilità differenza sostanziale tra calore e lavoro. Enunciati di Clausius, di Kelvin-Planck. Enunciato del teorema di Carnot .Rendimento della macchina di Carnot diretta e inversa. Diseguaglianza di Clausius e introduzione della variabile di stato Entropia.

Diseguaglianza di Clausius definizione di entropia e di produzione di entropia il Secondo Principio della termodinamica per sistemi chiusi e aperti. Le equazioni fondamentali della termodinamica.

Ripasso del secondo principio della termodinamica, calcolo della variazione di entropia per un gas limite ed esercizi

Diagramma PV: visualizzazione del lavoro ideale per sistema chiuso e netto per sistema AMR come aree dello stesso. Diagramma di Andrius e P-I e lnP-I dei costruttori di frigoriferi.

Equazione del II principio della Termodinamica per sistemi chiusi, aperti e per sistemi Aperti Monodimensionali a Regime stazionario. I e II

Equazione fondamentale della Termodinamica. Diagramma T-S e I-S o di Mollier

Esercitazioni sul II principio della Termodinamica per sistemi chiusi, aperti e per sistemi Aperti Monodimensionali a Regime stazionario. I e II

Equazione fondamentale della Termodinamica. Diagramma T-S e I-S o di Mollier.

Importanza del diagramma di Mollier, generalità sui cicli diretti.

La turbina a vapore ed il ciclo Rankine-Hirn. Lo spillamento.

La turbina a gas ed il ciclo Joule-Brayton

Lo spillamento di vapore e la temperatura media di scambio; risurriscaldamento. La turbina a gas ed il ciclo di riferimento Joule-Brayton. Il rendimento funzione delle temperature di inizio e fine compressione; rapporto di compressione che massimizza il lavoro per unità di massa evolvente.

La tecnica del frazionamento: compressioni ed espansioni quasi isoterme. I cicli inversi c.o.p. di pompa di calore e della macchina frigorifera.

Il ciclo inverso umido. Esempi di utilizzo dei cicli frigoriferi.

Il doppio ciclo Frigorifero e il ciclo Gifford-Mc Mahon.

La trasmissione del calore. Postulato di Fourier e dimostrazione dell'Equazione di Fourier. Parete piana con generazione di calore e problemi di pareti e condotti