UNIVERSITÀ DI PISA

FISICA TECNICA

PAOLO DI MARCO

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA MECCANICA
Codice	107II
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA TECNICA	ING-IND/10	LEZIONI	90	PAOLO DI MARCO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

- Apprendere i principi fondamentali della termodinamica e le loro implicazioni tecniche.
- Apprendere e sapere applicare correttamente i bilanci di massa, energia, entropia ed exergia (o disponibilità) ai sistemi tecnici aperti ed alle macchine termiche cicliche
- comprendere il funzionamento dei dispositivi di conversione dell'energia (in particolare, le macchine a fluido motrici ed operatrici);
- apprendere le tecniche di uso razionale e risparmio dell'energia primaria;
- apprendere i meccanismi fondamentali di trasmissione del calore.

Modalità di verifica delle conoscenze

L'esame consiste nello svolgimento scritto di uno o più problemi assegnati sul momento, seguito da un orale in cui vengono discussi lo scritto e le esercitazioni assegnate durante l'anno.
Durante lo scritto è possibile consultare appunti, libri e dispense, e usare una calcolatrice, ma non è consentito l'uso del personal computer.

Capacità

- Saper ricavare le proprietà termodinamiche dei fluidi ed utilizzare i diagrammi di stato.
- Saper descrivere e rappresentare graficamente i principali sistemi energetici, macchine a fluido e apparecchiature per la conversione dell'energia.
- Saper calcolare le prestazioni dei sistemi energetici, nonché dei loro singoli componenti.
- Saper classificare le fonti di energia ed i sistemi di conversione. Saper calcolare la massima energia meccanica ottenibile da ciascuna forma di energia disponibile.
- Saper risolvere semplici problemi di trasmissione del calore.

Modalità di verifica delle capacità

Le capacità acquisite saranno verificate e valutate in sede di esame

Comportamenti

Lo studente dovrà partecipare attivamente alle lezioni. Lo studente dovrà responsabilmente concludere le esercitazioni assegnate durante il corso. Egli dovrà essere capace di analizzare i problemi in autonomia e di proporre soluzioni.

Modalità di verifica dei comportamenti

Lo studente sarà valutato sulla sua capacità di partecipare attivamente alle lezioni (chiedendo dettagli, individuando eventuali errori nei materiali didattici, commentando le soluzioni proposte dal docente).

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Fondamenti di Analisi Matematica: derivate totali e parziali, integrali, semplici equazioni differenziali.
Fondamenti di Fisica I (meccanica): concetti di forza, lavoro, potenza; conservazione dell'energia meccanica; fondamenti di idrostatica (pressione, galleggiamento).

Indicazioni metodologiche

Dato il carattere applicativo, le esercitazioni sono strettamente integrate nella teoria in modo che ogni nuovo argomento teorico trovi immediata applicazione pratica.
Lo studente dovrà redigere personalmente un certo numero di elaborati, concernenti lo studio numerico e grafico di trasformazioni o cicli termodinamici, che verranno discusse in sede di esame.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1. Concetti fondamentali della termodinamica
Sistema, ambiente, contorno; sistemi aperti e chiusi.
Proprietà di stato e equazioni di stato. Variabili estensive ed intensive. Stato di equilibrio e stato stazionario. Trasformazioni reversibili e irreversibili.
Gli scambi di materia: portata massica e volumica. Gli scambi energetici: lavoro meccanico (di dilatazione e di efflusso), lavoro generalizzato (cenni), calore.
Principio zero e temperatura.
Primo principio della termodinamica: energia interna ed entalpia.
Secondo principio (cenno preliminare): integrale di Clausius, entropia, equazioni di Gibbs.
2. Legami tra funzioni di stato
I coefficienti termodinamici (cp, cv, b, k)
3. I fluidi bivarianti.
I vapori saturi. I diagrammi termodinamici: di Andrews (p,v), di Regnault (p,T), entropico (T,s), entalpico o di Mollier (h,s). Diagramma (p,h). La determinazione dello stato fisico. Titolo del vapore e grado di vuoto.
Il modello di gas perfetto. Cenno alle equazioni di stato per i gas reali. Miscele di gas ideali.
Il modello di fluido incomprimibile.
4. Equazioni di bilancio della termodinamica
Bilancio di massa, energia ed entropia.
Casi particolari: sistemi chiusi, sistemi aperti in regime permanente.
5. Componenti di sistemi termodinamici
Lavoro e potenza di espansione e compressione. Espansione e compressione irreversibili: rendimento isoentropico. Compressione multistadio.
Caldaie e scambiatori di calore.
Il processo di laminazione.
Ugelli e diffusori.
6. Moto dei fluidi nei condotti
Equazione di Bernoulli generalizzata e sua applicazione al calcolo dei condotti.
7. Macchine termiche semplici. Cicli termodinamici. Disponibilità ed exergia.
Enunciati di Clausius e Kelvin-Planck e loro equivalenza.
Cicli termodinamici semplici diretto (di Carnot) e inverso. Rendimento, COP e loro significato.
Cenni alla funzione disponibilità ed al bilancio exergetico.
8. Cicli diretti a gas e vapore
Ciclo Rankine-Hirn: ciclo a vapor saturo e surriscaldato, spillamenti (cenno) e risurriscaldamenti. Ciclo Joule-Brayton: ciclo semplice, ciclo rigenerato, compressioni multiple, effetto delle irreversibilità.
Ciclo combinato. Ciclo Otto e ciclo Diesel, ciclo Sabathè e cenni ai motori alternativi a combustione interna
9. Cicli inversi a vapore
Ciclo frigorifero umido e secco: ciclo termodinamico e principali componenti dell'impianto. Pompe di calore.
Cenni al ciclo frigorifero ad assorbimento.
10. Cenni ai meccanismi di trasmissione del calore
Trasmissione del calore per conduzione, irraggiamento, convezione, con semplici applicazioni.
11. Elementi di psicrometria
Proprietà terrmodinamiche dell'aria umida, diagramma di Mollier, principali trasformazioni dell'aria umida e relativi bilanci.
Applicazioni alle torri di raffreddamento.

Bibliografia e materiale didattico

Le dispense del corso coprono integralmente programma svolto. Le dispense sono disponibili su carta, CD-ROM o scaricabili direttamente dalla rete (homepage del docente). Esse includono anche una raccolta di esercizi, molti dei quali risolti.
Nel seguito sono elencati ulteriori testi, utili per approfondimenti. E' consigliabile provare a leggere almeno un capitolo su un testo in inglese per acquisire la relativa terminologia tecnica.
In italiano – per la parte termodinamica e trasmissione del calore

- **Cengel, Cimbala, Turner, Elementi di Fisica Tecnica, McGraw-Hill, 2017 (testo di riferimento oltre alle dispense)**
- Moran, Shapiro, Munson, DeWitt., Elementi di Fisica Tecnica per l'Ingegneria, trad. M. Corticelli, McGraw-Hill, 2011

In italiano – per la parte macchine termiche e impianti

- Della Volpe, Macchine, Liguori, Napoli, 1994.
- Anglesio, Elementi di Impianti Termotecnici, Pitagora, Bologna, 1998.

In inglese - per la parte termodinamica

- Moran and H. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Wiley, NY,
- Sonntag and G. Van Wylen, Introduction to Thermodynamics: Classical and Statistical, Wiley, NY

Testi di esercizi

- Boeche, A. Cavallini e S. Del Giudice, Problemi di Termodinamica Applicata, CLEUP, Padova, 1992.
- Schaum Electronic Book, Thermodynamics (un libro elettronico interattivo, scritto in Mathcad).

Tutti i testi in inglese e quelli di Cengel e di Mastrullo et al. contengono numerosi esercizi, molti dei quali risolti.

Indicazioni per non frequentanti

Una guida allo studio dettagliata è disponibile presso il docente

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale che include la discussione di elaborati (“tavole”) redatti durante l'anno. Durante l’esame verrà assegnato un esercizio da risolvere svolgendo anche i calcoli e pervenendo ad un risultato numerico. Non sono previste prove in itinere.
La valutazione dell’esame tiene conto:

- della preparazione raggiunta dal candidato (sulla base dell'elaborazione delle tavole e della prova orale);
- della familiarità acquisita sia con le nozioni impartite nel corso sia con le conoscenze pregresse che formano la base della cultura tecnica;
- della capacità di risolvere autonomamente i problemi utilizzando le nozioni apprese;
- dell'apporto personale agli elaborati presentati e della capacità di giustificare le scelte operate in tale ambito;

ed infine della capacità di esprimersi in un linguaggio tecnico chiaro ed appropriato.

Ultimo aggiornamento 10/09/2020 15:48