

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA
IN INGEGNERIA INFORMATICA
FISICA TECNICA E FONDAMENTI DI MECCANICA A.A. 2006/2007**

Modulo di Fisica Tecnica: 5 CFU

1 INFORMAZIONI UTILI

DOCENTE: Sauro Filippeschi

Orario di ricevimento: Lunedì ore 9.00-11.00. Disponibile comunque anche negli altri giorni. E' possibile richiedere appuntamenti telefonici o (nei limiti degli altri impegni istituzionali) ricevere chiarimenti per telefono od e-mail.

Luogo di ricevimento: Dipartimento di Energetica - Settore Fisica Tecnica - Edificio del triennio (polo A) - *(entrata principale, piano terreno, sulla destra).*

RECAPITI Telefono: 050 2217153 (uff.), **FAX:** 050 2217150

E-mail: s.filippeschi@ing.unipi.it, **WWW:** <http://docenti.ing.unipi.it/~d9548/>

La pagina web (accessibile anche dalla homepage della Facoltà di Ingegneria) contiene comunicazioni e materiale didattico che è possibile scaricare.

2 OBIETTIVI DELL'INSEGNAMENTO

Il corso si propone di far acquisire all'allievo una conoscenza di base della termodinamica tecnica e dei meccanismi di base della trasmissione del calore, in modo da metterlo in grado di:

- comprendere il funzionamento dei dispositivi di conversione dell'energia (in particolare, le macchine a fluido motrici ed operatrici);
- sapersi interfacciare con gli specialistici del settore per la compilazioni di programmi di gestione e di controllo di macchine termiche,

3 COMPETENZE ED ABILITA' PRESUPPOSTE

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;

4 TEMPI, MODALITA' ED ULTERIORI ATTIVITA'

Il corso si svolge all'interno del secondo semestre del primo anno. Il modulo o parte di Fisica Tecnica si svolge in successione del modulo di fondamenti di meccanica tenuto dal Prof. Guiggiani. Dato il carattere applicativo, le esercitazioni sono strettamente integrate nella teoria in modo che ogni nuovo argomento teorico trovi immediata applicazione pratica.

Per quanto materialmente possibile, si cercherà di integrare l'attività in aula con esercitazioni e dimostrazioni di laboratorio, lezioni e visite tecniche fuori sede e seminari di esterni.

5 MATERIALE DIDATTICO - TESTI UTILI

In futuro saranno disponibili dispense redatte dal docente sui vari argomenti del corso, scarabili dall'home page del docente. Esse dovranno comunque essere integrate con gli appunti presi durante l'anno. Finché tutti gli

argomenti del corso non saranno coperti da dispense, gli studenti potranno fare riferimento ai seguenti libri di testo.

In italiano – per la parte termodinamica e trasmissione del calore

- Y.A. Cengel, Termodinamica e Trasmissione del Calore, McGraw-Hill, 1998.
- E.Latrofa, Fisica Tecnica - Termodinamica, Andrea Vallerini Editore, Pisa, 1994.
- Cavallini e L. Mattarolo, Termodinamica Applicata, CLEUP, Padova, 1992.
- C. Bonacina, A. Cavallini e L. Mattarolo, Trasmissione del calore, CLEUP, Padova, 1975.

Testi di esercizi

- E. Latrofa, F. Fantozzi, A. Franco, Esercizi di termodinamica applicata, Andrea Vallerini Ed., Pisa, 2000.
- 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).

Il testo Termodinamica e Trasmissione del Calore di Y.A. Cengel, per l'approccio proposto alla materia, risulta essere quello che più si attaglia ai contenuti del corso. All'interno del testo ci sono molti esercizi proposti alcuni dei quali già risolti. Gli altri testi sono consigliati come testi di approfondimento.

Tutti i testi elencati sono disponibili presso la Biblioteca Centrale.

6 MODALITA' DI ESAME E CRITERI DI VALUTAZIONE

Il presidente della commissione d'esame per il corso da 10 CFU "Fisica tecnica e fondamenti di meccanica" è il Prof. Guiggiani. Le regole per poter sostenere l'esame attualmente concordate con il presidente sono le seguenti: all'interno dello stesso giorno il candidato dovrà sostenere sia la prova orale di Fisica Tecnica, sia di Fondamenti di meccanica. Il voto sarà unico.

Nel caso in cui la preparazione del candidato ad una delle due prove non sarà giudicata sufficiente al superamento dell'esame, il candidato dovrà sottoporsi al successivo appello ad entrambe le prove.

L'esame della parte di Fisica tecnica consiste in una prova orale. Nel corso della prova orale potranno essere proposti esercizi che dovranno essere solamente impostati.

La valutazione dell'esame tiene conto:

- della preparazione raggiunta dal candidato;
- 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;
- ed infine della capacità di esprimersi in un linguaggio tecnico chiaro ed appropriato.

7 PROGRAMMA UFFICIALE

Termodinamica dei sistemi

Definizioni di sistema termodinamico: i sistemi chiusi e aperti, isolati e adiabatici. Lo stato di equilibrio termodinamico e il postulato di stato. I principali parametri di stato e le loro unità di misura. I parametri intensivi: pressione, temperatura e le grandezze specifiche. I parametri estensivi: massa e volume. Il concetto di trasformazione e di reversibilità della trasformazione.

Il primo principio della termodinamica nei sistemi chiusi. L'energia interna e l'entalpia. Il calore e la sua trasmissione. Il principio zero della termodinamica. Il calore specifico. Il lavoro di trasformazione e quello continuo.

Il primo principio della termodinamica nei sistemi aperti. Definizione di volume di controllo. Il regime permanente. Il lavoro meccanico e il lavoro di pulsione. Schematizzazione di sistemi aperti ed applicazione del primo principio per: scambiatori di calore, turbine e compressori, camini, etc. Definizione di entropia. Le principali trasformazioni termodinamiche: adiabatica, isoterma, isovolumica, isobara e politropica. Calcolo del lavoro continuo e del calore per le principali trasformazioni termodinamiche reversibili per i gas perfetti, per i vapori e per i solidi ed i liquidi.

I serbatoi di energia ed i motori termici. I processi ciclici. Le macchine per la produzione di lavoro e le macchine frigorifere. Il secondo principio della termodinamica. I due enunciati di Kelvin-Thompson e di Clausius. Concetto di rendimento termico di cicli diretti. Il COP per le macchine frigorifere e per le pompe di calore. Trasformazioni irreversibili e reversibili.

Il ciclo di massimo rendimento: il ciclo di Carnot. La scala termodinamica assoluta della temperatura. Il rendimento del ciclo di Carnot. La macchina frigorifera e la pompa di calore operanti secondo un ciclo di Carnot inverso. La diseguglianza di Clausius. L'entropia di un sistema isolato. Il bilancio di entropia di un sistema chiuso. Il bilancio di entropia di un sistema aperto.

Proprietà dei fluidi

Le proprietà delle sostanze pure. Le fasi di una sostanza. Il punto triplo ed il punto critico. La fase aeriforme: l'equazione di stato dei gas perfetti. Il fattore di compressibilità. I vapori e le tabelle dei vapori saturi. I diagrammi di stato per trasformazioni con cambiamento di fase. I diagrammi di stato.

Il diagramma T-s, La variazione di entropia per i solidi e i liquidi. La variazione dell'entropia per i gas perfetti.

I processi ciclici

I processi ciclici. L'uso del ciclo di Carnot come ciclo comparativo. I cicli ad aria di motori a combustione interna di tipo alternativo: il ciclo Otto. Calcolo del rendimento.

Il Ciclo Diesel. Calcolo del rendimento termodinamico e confronti con il ciclo Otto. Il ciclo Brayton come ciclo ideale per i cicli con turbine a gas. Metodi per aumentare il rendimento di un ciclo Brayton: la rigenerazione di calore.

Il ciclo di Carnot nei vapori saturi. Il ciclo di Rankine: calcolo del rendimento ed utilizzo sia del diagramma che delle tabelle. Il ciclo Hirn. Le macchine frigorifere e le pompe di calore. Il ciclo di Carnot inverso, il ciclo Joule umido e asciutto: calcolo del COP.

Trasmissione del calore

I tre modi di trasmissione del calore: Il postulato di Fourier, l'equazione di Newton e l'equazione di Stephan Boltzmann. L'equazione di Fourier-Kirchoff.

L'equazione per la parete piana in regime stazionario. La conducibilità termica. L'analogia elettrica, la resistenza elettrica e le reti elettriche equivalenti. La parete piana con generazione interna di calore. Sistemi in transitorio. Il metodo a parametri concentrati.

Meccanismo fisico della convezione. Il caso della parete piana. Lo strato limite dinamico e quello termico. Il moto turbolento e quello laminare. La teoria adimensionale. Il teorema di Buckingham. I gruppi adimensionali per la convezione forzata: il numero di Reynolds, il numero di Prandtl e il numero di Nusselt. Alcune correlazioni sperimentali per la parete piana e per il flusso interno ai condotti. La convezione naturale. Il numero di Grashof e quello di Rayleigh.

Il corpo nero. Il potere emissivo monocromatico del corpo nero. La legge di Wien e quella di Stephan-Boltzmann. I corpi reali e i corpi grigi. L'emissività. Comportamento di un corpo alla radiazione incidente. I coefficienti di assorbimento, trasmissione e riflessione. La legge di Kirchoff. La potenza

termica scambiata tra due corpi neri. Il fattore di vista e il teorema di reciprocità. Lo scambio termico tra corpi grigi e le reti resistive equivalenti.

Gli scambiatori di calore. Lo scambiatore tubo-tubo. Il metodo del deltaT logaritmico per il dimensionamento. Il metodo dell'efficienza e del NUT. Il raffreddamento dell'elettronica: panoramica sulla specifiche, sui limiti e sulle diverse tecniche di raffreddamento utilizzate attualmente. I tubi di calore e i circuiti capillari.