

# DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA MECCANICA

## CORSO DI IMPIANTI TERMOTECNICI

### 1- INFORMAZIONI UTILI

**DOCENTE:** Paolo Di Marco

**Orario di ricevimento:** Mercoledì ore 9-13. Disponibile anche in altri giorni, preferibilmente su appuntamento.

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

#### RECAPITI

**Telefono:** 050 569610 (uff.), 050-25259 (abitaz.),

**FAX:** 050-569666

**E-mail:** dimarco@ing.unipi.it,

**WWW:** <http://docenti.ing.unipi.it/~d6600/>

**TUTORE:** Nicola Forgiione

**Orario di ricevimento:** Da definirsi. Disponibile comunque su appuntamento.

**Luogo di ricevimento:** Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione – “Palazzina” (*Edificio accanto al cancello elettrico, di fronte alla concessionaria “Etruria”*).

#### RECAPITI

**Telefono:** 050 585257 (uff.)

**E-mail:** nicola.forgione@ing.unipi.it

### 2- OBIETTIVI DELL'INSEGNAMENTO

Il corso si propone, date per già acquisite le conoscenze di Termodinamica Applicata, di far acquisire all'allievo una conoscenza operativa del comportamento dell'aria umida e dei meccanismi della trasmissione del calore, in modo da poter comprendere il funzionamento di base delle tipologie di impianto principali (scambiatori di calore, impianti di condizionamento dell'aria) e di essere in grado di risolvere semplici problemi applicativi.

### 3- COMPETENZE ED ABILITA' PRESUPPOSTE

Fondamenti di Analisi Matematica; fondamenti di Fisica I (meccanica), Fisica Tecnica.

L'abilità nell'uso elementare di un personal computer, sebbene non espressamente necessaria, è fortemente consigliata.

### 4- TEMPI, MODALITA' ED ULTERIORI ATTIVITA'

Il corso si svolge in un semestre; 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 tavole, concernenti lo studio numerico e grafico di sistemi di interesse applicativo, che verranno discusse in sede di esame.

Sono previste esercitazioni a carattere informatico, tese a facilitare la compilazione delle tavole e a risolvere problemi applicativi mediante l'uso di software commerciale (es. EXCEL®).

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

### 5 - TESTI

*Testo di riferimento in italiano*

- Y.A. Cengel, Termodinamica e Trasmissione del Calore, trad. E. Cirillo, McGraw-Hill Italia, 1998.

(Il testo sarà integrato da brevi dispense riguardanti le nozioni non trattate in esso).

*Altri testi in italiano*

- *Aria Umida:* R. Mastrullo, P. Mazzei e R. Vanoli, Termodinamica per Ingegneri: Applicazioni, Liguori, Napoli, 1996.
- *Trasmissione del Calore:* R. Mastrullo, P. Mazzei, V. Naso e R. Vanoli, Fondamenti di Trasmissione del Calore, Liguori, Napoli, 1983.

*In inglese*

- *Aria Umida:* J. Moran and H. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Wiley.
- *Trasmissione del Calore:* F.P. Incropera and D.P. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley.

*Esercizi*

Tutti testi contengono numerosi esercizi, molti dei quali risolti.

### 6- MODALITA' DI ESAME

L'esame consiste in una prova orale che include la discussione delle tavole redatte durante l'anno. E' prevista una prova di verifica intermedia (facoltativa), indicativamente a metà corso: coloro che la hanno sostenuta con esito favorevole potranno sostenere l'esame unicamente sulla seconda parte del programma (trasmissione del calore): in questo caso, nella valutazione della prova finale si terrà conto di quella della prova intermedia. Lo studente ha inoltre facoltà di sostenere l'esame congiuntamente a quello di Fisica Tecnica.

Si ricorda per sostenere l'esame è necessario essere in regola con la frequenza ed aver superato preventivamente gli esami propedeutici di: ANALISI MATEMATICA I e II e FISICA GENERALE I, FISICA TECNICA.

## PIANIFICAZIONE A.A. 1999/2000 - CORSO DI IMPIANTI TERMOTECNICI

ARGOMENTO	N. ORE	TESTI DI RIFERIMENTO	ESERCIZI	ALTRO MATERIALE
<b>Trattamento dell'aria.</b> Proprietà della miscela aria-vapore: umidità, saturazione adiabatica e temperatura di bulbo umido. Misura dell'umidità relativa. Diagramma di Mollier. Principali trasformazioni della miscela aria-vapore. Torri di raffreddamento. Il condizionamento dell'aria. I carichi termici ambientali. Regime del locale condizionato. I trattamenti dell'aria: caso estivo e caso invernale.	<b>15</b>	TTC, cap.9. opp. TI, cap.4.  Appunti o dispense	Termodinamica per ingegneri.(TI) Termodinamica e Trasmissione del calore. (TTC)	Diagrammi psicrometrici. Codici di calcolo.
<b>Richiamo ai meccanismi fondamentali di trasmissione del calore</b>	<b>1</b>	TTC cap.10.1-10.2.	TI - TTC FTC vol. 2	
<b>La conduzione</b> Postulato di Fourier ed equazione di Fourier. Semplici problemi in simmetria piana e cilindrica. Generazione di calore nei corpi solidi. Isolamento termico. Esempi di problemi con sorgenti volumetriche di calore. Il problema della sbarra e le superfici alettate. Trasmissione del calore attraverso una parete lambita da due fluidi. Esempi di problemi in condizioni non stazionarie, approssimazione a piccoli numeri di Biot.	<b>10</b>	TTC cap. 10 opp. FTC, vol.1, cap.2 e cap.5. Appunti o dispense  TTC cap. 11.1	TI - TTC FTC vol. 2	Tabelle di proprietà termofisiche
<b>Verifica in itinere (compitino)</b>	<b>3</b>	(Argomenti da definirsi sulla base dell'andamento del corso)		
<b>Irraggiamento</b> Potere emissivo, irradiazione, radiosità. Coefficienti di assorbimento, rinvio, trasmissione. Corpo nero. Legge di Planck e sue conseguenze. Corpi grigi. Emissività, legge di Kirchoff. Fattori di vista, radiosità, potenza termica scambiata tra due superfici nere e grigie.	<b>8</b>	TTC cap.14. (escl. 14.9) opp. FTC, vol.1, cap.3	TI - TTC FTC vol. 2	
<b>Elementi di convezione</b> Cenni alla fisica del fenomeno convettivo. Analisi dimensionale, numeri di Reynolds, Prandtl, Grashof e Nusselt. Convezione naturale e forzata. Correlazioni di uso pratico.	<b>8</b>	TTC cap. 12 e 13. (escl. 12.5 e 13.3) opp. FTC, vol.1, cap.4	TI - TTC FTC vol. 2	Tabella di correlazioni di scambio termico
<b>Scambiatori di calore</b> Tipologia dei più comuni scambiatori di calore. Scambiatori in equicorrente ed in controcorrente. Differenza di temperatura media logaritmica. Calcolo degli scambiatori di calore a superficie con il metodo dell'efficienza. Scambiatori con cambiamento di stato. Confronto tra i vari tipi di scambiatori a superficie.	<b>10</b>	TTC cap.15. opp. FTC vol.1, cap.6	TI - TTC FTC vol. 2.	Fogli di calcolo EXCEL.

TI: R. Mastrullo, P. Mazzei e R. Vanoli, Termodinamica per Ingegneri: Applicazioni, Liguori, Napoli, 1996.

TTC: Y.A. Cengel, Termodinamica e Trasmissione del Calore, trad. E. Cirillo, McGraw-Hill Italia, 1998.

FTC: R. Mastrullo, P. Mazzei, V. Naso e R. Vanoli, Fondamenti di Trasmissione del Calore, Liguori, Napoli, 1983.