

## **TERMOFLUIDODINAMICA E IMPIANTI TERMOTECNICI (CFU 10)**

Docenti: Francesco Asdrubali (modulo Termofluidodinamica, 5 cfu), Cinzia Buratti (modulo Impianti Termotecnici, 5 cfu)

### **Programma a.a. 2012-13**

#### **Modulo A: TERMOFLUIDODINAMICA**

##### **Conduzione ed irraggiamento**

Proprietà termofisiche; casi non stazionari; approssimazione di corpo sottile; problemi non lineari: integrale di conducibilità; transitori in sistemi a temperatura non uniforme; superfici alettate. Trasmissione di calore per irraggiamento; metodo della radiosità.

##### **Caratteri della convezione**

Equazioni di Navier-Stokes; equazione dell'energia nei fluidi, forma adimensionale delle equazioni della convezione; paradosso di D'Alembert; approssimazione di strato limite; soluzione approssimata di Rayleigh; valutazione dello spessore degli strati limite meccanico e termico; equazioni dello strato limite; soluzione di similitudine su lastra piana; strato limite in geometrie non piane: separazione; Calcolo delle variazioni; metodo di Rayleigh-Ritz e dei residui pesati. Flusso laminare in tubi; calcolo delle perdite di carico; convezione laminare nei flussi interni; convezione naturale laminare.

##### **Caratteri della turbolenza**

Transizione alla turbolenza; struttura della turbolenza; sforzi di Reynolds; lunghezza di rimescolamento; profili di velocità; perdite di carico in flussi turbolenti; tubi scabri; diffusività termica turbolenta; analogia di Reynolds; analogia di Prandtl-Taylor; relazioni di scambio termico in flussi interni.

##### **Condensazione ed ebollizione**

Condensazione a film; effetti di turbolenza; correlazioni della condensazione a film; condensazione a gocce; effetto degli incondensabili. Curva di Nukiyama; surriscaldamento; crescita delle bolle; relazione di Pohlhausen; flusso critico; regimi di ebollizione in convezione forzata; correlazioni per l'ebollizione in convezione forzata.

##### **Scambiatori di calore**

Metodi della DTLM e dell'efficienza; scambiatori a più passaggi; tipologie di scambiatori di calore.

##### **Termofluidodinamica computazionale**

Metodo delle differenze finite; metodi alle differenze finite nella conduzione; applicazione delle differenze finite a problemi di conduzione; metodo degli elementi finiti; equazioni per il metodo degli elementi finiti nella conduzione stazionaria; applicazione del metodo agli elementi finiti ad un caso di conduzione non stazionaria; metodo agli elementi finiti nella conduzione non a regime; integrazione delle equazioni del metodo agli elementi finiti non stazionario. Applicazioni e casi di studio.

##### **Modelli matematici per il calcolo della dispersione di inquinanti in atmosfera**

Classi di stabilità atmosferica, gradienti termici verticali. Fenomeno dell'inversione termica. Criteri generali di scelta dei modelli di diffusione di inquinanti in atmosfera. Modelli gaussiani. Applicazioni e casi di studio.

TESTI CONSIGLIATI:

G. Guglielmini, C. Pisoni, *Elementi di trasmissione del calore*, Ed. Veschi

G. Comini, *Fondamenti di termofluidodinamica computazionale*, SGE Editoriali, Padova

Saranno inoltre distribuite dispense da parte del docente

## **Modulo B: IMPIANTI TERMOTECNICI**

### **Benessere termoigrometrico e criteri di progetto**

Benessere termoigrometrico e indici del benessere; influenza dei principali parametri ambientali sul benessere (temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria, ecc.). Cause di discomfort locale (asimmetria radiante, correnti d'aria, gradiente termico verticale, ecc.). Diagrammi del benessere. Qualità dell'aria e ventilazione degli edifici: metodi semplificati di valutazione e dimensionamento dei sistemi di ventilazione. Strumentazioni di misura (in laboratorio).

### **Carichi termici**

Fabbisogno energetico degli edifici: verifiche ai sensi della L.10/91 per opere di piccola e media rilevanza. Condizioni interne ed esterne di progetto e calcolo dei carichi termici estivi ed invernali: carichi termici esterni (trasmissione attraverso l'involucro edilizio, infiltrazione, ventilazione) ed interni (persone, macchinari, illuminazione).

### **Impianti di climatizzazione**

Classificazione degli impianti di climatizzazione. Criteri di progettazione degli impianti di riscaldamento e condizionamento convenzionali. Descrizione e dimensionamento dei principali elementi costituenti gli impianti: terminali di immissione dell'aria in ambiente, canalizzazioni, unità di trattamento aria, ventilconvettori, circuiti idraulici. Generatori di calore: tipologie, caratteristiche costruttive e dimensionamento. Macchine frigorifere: tipologie, caratteristiche costruttive e dimensionamento. Cenni sulla regolazione degli impianti.

TESTI CONSIGLIATI:

C. Buratti, *Impianti di climatizzazione e condizionamento*, Morlacchi Editore, Perugia 2007.

### **PROVA D'ESAME**

Consiste in una prova scritta relativa al modulo A (svolgimento di due temi estratti da una lista) e da una tesina a carattere progettuale relativa al modulo B. Seguirà una prova orale per entrambi i moduli. E' possibile sostenere separatamente i due moduli, ed in tal caso prima il modulo A e poi il modulo B, purché nella stessa Sessione (ad esempio: giugno-luglio).