



## UNIVERSITÀ DI PISA

### FISICA TECNICA AMBIENTALE

FABIO FANTOZZI

Anno accademico

2018/19

CdS

INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA

Codice

506II

CFU

9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA TECNICA AMBIENTALE A	ING-IND/11	LEZIONI	108	FABIO FANTOZZI GIACOMO SALVADORI

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Unità di misura dalla pressione alla potenza. Eq.ne di stato.

Sistemi termodinamici, Esterno, Scambi. Grandezze estensive ed intensive. Stati di equilibrio. Le proprietà delle sostanze pure. Regola delle fasi di Gibbs e diagramma p,T. Cenni su diagramma p,v.

**Introduzione al 1° Principio della Termodinamica** per sistemi chiusi. La funzione di stato Energia interna (U). 1° Principio della Termodinamica per sistemi aperti. Lavoro netto e lavoro di pulsione. La funzione di stato entalpia (I). Sistemi aperti in condizioni stazionarie. Concetto di rendimento e confronto con Carnot. Coeff. effetto utile per macchine inverse. Trasformazioni reversibili ed irreversibili. Valutazione dello scambio dinamico.

**Secondo principio della Termodinamica** per i sistemi chiusi. La funzione di stato entropia (S). Introduzione alla disuguaglianza di Clausius. Introduzione alle trasformazioni adiabatica e politropica.

Sistemi a due variabili. Espressioni fondamentali per il dU e dI. Calori specifici.

Gas perfetti e vapori saturi: proprietà e diagrammi.

Diagramma Pv per un fluido bifase. Calori latenti. Titolo. Calcolo delle funzioni I, S e U per i vapori.

Diagrammi TS e PI per fluidi bifase. Rappresentazione delle varie trasformazioni

Ciclo Rankine e ciclo Hirn. – Surriscaldamento e spillamento di vapore

Ciclo Brayton e sue varianti: rigenerazione ed espansione e compressione frazionate.

Generalità sulle macchine frigorifere. Fluidi utilizzati.

Macchina frigorifera a compressione di vapore. La pompa di calore.

I sistemi aperti. Moti nei condotti a velocità moderata. Tubo di Venturi.

Forza fluidomotrice: concetto, esempio caldaia radiatore, tiraggio camino.

Perdite di pressione (concentrate e distribuite). Fluidi newtoniani - Regimi di moto e numero di Reynolds. Il fattore di attrito nei tubi. Diagramma di Moody.

**Introduz. alle tre metodologie di scambio termico:** conduzione e postulato di Fourier, convezione e irraggiamento. Azione combinata di irraggiamento e convezione. Eq.ne di bilancio.

**Conduzione:** eq.ne di Fourier. Concetti di corpo omogeneo e isotropo. Casi particolari: eq.ni di Poisson e di Laplace.

Strutture composte. Caso di  $k=k(T)$ . Parete piana con sorgente uniformemente distribuita. Parete piana omogenea: flusso termico, conduttanza, andamento della temperatura.

Pareti multistrato. Pareti con camera d'aria. Resistenza di contatto.

Parete piana con presenza di irraggiamento (casi di parete opaca e vetrata insolata) - temperatura sole-aria.

La parete cilindrica: andamento della temperatura. L'isolamento delle tubazioni: raggio critico di isolante.

**Transitori termici:** numero di Biot ed esempio di funzione periodica temperatura per pareti (analisi a parametri concentrati).

**Problema sbarra: risoluzione di tre casi. Superfici alettate.**

**La convezione.** I numeri di Prandtl, Grashof e Nusselt e loro significato fisico. Formule di uso pratico per la convezione.

La combustione: PCI e PCS

**Scambiatori di calore:** generalità. Calcolo degli scambiatori di calore a superficie con il metodo dell'efficienza.

Scambiatori in equicorrente. Evaporatori e condensatori.

Scambiatori in controcorrente. Confronto tra i vari tipi di scambiatori a superficie. I principali tipi di scambiatori di calore a superficie e loro realizzazione pratica.

**Irraggiamento:** Radianza. Leggi fondamentali dell'irraggiamento: leggi di Planck, Wien e Stefan – Boltzmann. Fattore di vista - proprietà. Analogia elettrica. Irraggiamento fra due e tre corpi. Corpo grigio. Concetto di radiosità.

**Aria Umida:** introduzione. Definizioni di titolo, o umidità specifica, umidità relativa e grado di saturazione. **Entalpia dell'aria umida.**

Diagramma di Mollier.

Trasformazioni elementari dell'aria umida: miscelamento di masse d'aria, riscaldamento o raffreddamento isotitolo, deumidificazione e umidificazione.

Processo di saturazione adiabatica. Psicrometro a due termometri.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

**Il condizionamento dell'aria:** generalità. I carichi termoigrometrici. Regime del locale condizionato. Il fattore termico R. La retta di lavoro. Calcolo delle portate d'aria.

Condizionamento estivo e condizionamento invernale.

**Diagramma Glaser.** Concetto di permeabilità. Problemi di condensa: generalità. Dimensionamento igrometrico di una parete.

**Illuminotecnica:** generalità, grandezze fotometriche (flusso luminoso, intensità luminosa, illuminamento), coefficiente di visibilità e curve di visibilità (effetto Purkinje).

Illuminazione naturale di ambienti: il fattore di luce diurna, dimensionamento del finestrato, normativa.

Illuminazione artificiale: caratteristiche di sorgenti luminose e apparecchi di illuminazione (efficienza luminosa, superficie fotometrica, rendimento ottico), calcolo del numero di apparecchi in un ambiente, normativa.

**Acustica:** generalità, livelli in decibel (livello di pressione, densità e intensità sonora), scala dei fon e audiogramma normale, coefficienti di assorbimento, riflessione e trasmissione, potere fonoassorbente.

Acustica edilizia: il potere fonoisolante delle pareti, la legge di massa, potere fonoisolante di pareti composte, isolamento acustico tra ambienti, esempi, normativa.

Cenni di acustica architettonica: inquadramento del problema progettuale, definizione del tempo di riverberazione di Sabine.

### Bibliografia e materiale didattico

Cengel: "Termodinamica e trasmissione del calore"

Appunti di illuminotecnica e acustica, forniti dal docente

### Modalità d'esame

Solo ORALE

### Note

Il Docente è a disposizione per qualsiasi chiarimento.

*Ultimo aggiornamento 06/12/2018 16:49*