



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA  
(DICAR)

Corso di laurea in Ingegneria civile e ambientale

Anno accademico 2017/2018 - 3° anno

---

## FISICA TECNICA E IMPIANTI

ING-IND/11 - 9 CFU - 2° semestre

**Docente titolare dell'insegnamento**

**ANTONIO GAGLIANO**

**Email:** antonio.gagliano@dieei.unict.it

**Edificio / Indirizzo:** edificio13

**Telefono:** 0957382451

**Orario ricevimento:** Lunedì 11:00-13:00; Martedì 11:00-13:00

---

### OBIETTIVI FORMATIVI

*Fornire le metodologie di base per l'impostazione dei bilanci energetici dei sistemi. Approfondimento dei principali fenomeni fisici e definizione dei modelli matematici che rappresentano il trasferimento di calore e di massa. Applicazioni inerenti i principali trattamenti dell'aria negli impianti di climatizzazione. Conoscenze di base per la progettazione di impianti di riscaldamento e acqua calda sanitaria per utenze residenziali.*

Particolare attenzione sarà dedicata alle correlazioni inerenti i fenomeni fisici studiati e le loro applicazioni nel campo del risparmio energetico, della sostenibilità ambientale e il benessere globale degli occupanti.

*La conoscenza delle grandezze caratterizzanti l'acustica architettonica.*

La disciplina vuole fornire le competenze che costituiscono la base per una progettazione consapevole alle problematiche legate all'energia ed all'ambiente.

### PREREQUISITI RICHIESTI

L'allievo deve avere conoscenza delle principali grandezze fisiche e delle loro unità di misura. E' richiesta l'apadronanza delle regole fondamentali dell'analisi matematica e della fisica.

---

### FREQUENZA LEZIONI

La frequenza delle lezioni è obbligatoria

---

## CONTENUTI DEL CORSO

### FONDAMENTI DI TERMODINAMICA

#### a) Il sistema Termodinamico

Sistema Internazionale (Tab.CNR-UNI 10003) - Sis.Tecnico e Anglosassone. Definizioni e misurabilità dell'energia interna. Il calore come modalità di scambio energetico. Il primo principio

della termodinamica in forma estesa.

#### b) Stati d'equilibrio.

Grandezze di stato fisico e di percorso. Grandezze intensive ed estensive. Dipendenza del lavoro e del calore dal tipo di trasformazione termodinamica. I postulati entropici. Proprietà della relazione fondamentale. Processi reversibili e irreversibili. Trasformazioni quasi statiche. Equazione di Gibbs.

Il secondo principio della termodinamica (enunciati di Clausius e Kelvin).

#### c) Il gas ideale

Equazioni di stato. Calori specifici a P e V costanti. Le trasformazioni a T, P, V costanti. La trasformazione adiabatica quasistatica. Entropia di un gas perfetto. Cenni sul comportamento dei gas reali.

#### d) I diagrammi di stato fisico.

I diagrammi (p-T), (p-v), (T-s). Vapore d'acqua. Principali trasformazioni del vapore d'acqua.

Titolo di vapore. Il diagramma di MOLLIER (h-s) per il vapore d'acqua.

#### e) Cicli diretti e inversi .

Processi e trasformazioni cicliche. Cicli diretti a vapore (Rankine e Hirn), Turbine a gas e cicli JouleBryton. Il ciclo frigorifero. Rendimenti isoentropici. Cicli frigoriferi ad assorbimento. Applicazioni impiantistiche.

#### f) L'aria umida.

Le grandezze fondamentali. Diagrammi psicrometrici per l'aria umida. Le trasformazioni dell'aria umida. Temperatura di saturazione e temperatura di rugiada. Condizionamento estivo e invernale

### TRASMISSIONE DEL CALORE e cenni di fluidodinamica

#### g) moto dei fluidi

Equazione di Bernoulli. Similitudine, analisi dimensionale e modellizzazione. Flussi interni ed esterni. Il moto dei fluidi nei condotti. Numero di Reynolds. Regimi di movimento di un liquido in un condotto

(regimi: laminare, turbolento e di transizione). Fattore d'attrito. Sforzo tangenziale. Coefficienti di viscosità dinamica e cinematica. Profili di velocità)

Trasmissione del calore per conduzione

h) Il postulato di Fourier. Il bilancio energetico in regime stazionario nel caso a simmetria piana. La lastra piana; le pareti piane multistrato (con e senza generazione di potenza termica). Metodo dell'analogia elettrica. Il bilancio energetico nel caso di simmetria cilindrica. Il tubo isolato. Analogia elettrica. Il raggio critico. La conduzione in regime variabile: numero di Biot; metodo delle capacità concentrate.

i) Trasmissione del calore per convezione.

Concetto di strato limite: flusso esterno e flusso interno a superfici. Strato limite. Ipotesi dello strato limite.

l) Convezione forzata:

Gruppi adimensionali per la convezione forzata e parametri di

similitudine. Gruppi adimensionali per la convezione naturale. Cenni all'analisi adimensionale.

Correlazioni adimensionali sperimentali per la convezione termica forzata per le principali configurazioni di scambio termico all'esterno di superfici e all'interno di condotti.

m) Convezione naturale:

Considerazioni generali. Equazioni costitutive per la convezione naturale. Ipotesi di Boussinesque. Convezione naturale in spazi aperti.

n) Trasmissione del calore per irraggiamento

Potere emissivo. Irradiazione. Grandezze monocromatiche e complessive. Il corpo nero: leggi di

Planck, Stefan-Boltzmann, Wien. I coefficienti d'assorbimento, riflessione, trasmissione ed emissione. Legge di Kirchhoff. Il corpo grigio. Scambio di calore fra corpi neri: il fattore di forma. Schermi antiradianti.

## ENERGETICA E IMPIANTI TECNICI

o) Termotecnica

Cenni di combustione. Generatori di calore. Scambiatori di calore Reti di distribuzione idronica. Perdite di carico continue e localizzate. Abaco di Moody.

Formule di Darcy-Weisbach, di Chézy, di Colebrook, di Kutter e di Darcy. Potenza di una macchina idraulica operatrice (pompa). Calcolo delle prevalenze manometrica e totale di una pompa. Curve caratteristiche. Terminali di emissione. Cenni sui Sistemi di regolazione

## ACUSTICA

p) Elementi d'Acustica architettonica

Principali grandezze acustiche. Leggi di propagazione delle onde sonore. Livello sonoro equivalente. Analisi spettrale. Materiali e strutture fonoassorbenti. Requisiti acustici passivi degli edifici.

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

### TESTI CONSIGLIATI:

- Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill
- Elementi di Fisica Tecnica per l'ingegneria Michael J. Moran et al. McGraw-Hill
- Trasmissione del Calore. Bonacina A., Cavallini A. , Mattarolo L., CLEUP Padova
- Manuale di Acustica Applicata, Spagnolo R., Utet
- La progettazione degli impianti di climatizzazione negli edifici –EPC Magrini Anna Magnani Lorenza -
- Dispense del Docente

## ALTRO MATERIALE DIDATTICO

<http://studium.unict.it/dokeos/2016/>

---

## PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

	<b>* Argomenti</b>	<b>Riferimenti testi</b>
1	* Il sistema Termodinamico	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
2	* Stati d'equilibrio	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
3	* Il gas ideale	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-HillDispense del Docente
4	* I diagrammi di stato fisico.	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
5	* Cicli diretti e inversi	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
6	* L'aria umida.	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
7	* moto dei fluidi	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
8	* Trasmissione del calore per conduzione	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-HillDispense del Docente
9	* Convezione forzata	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill-Dispense del Docente
10	* Convezione naturale	Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-HillDispense del Docente

---

11	* Trasmissione del calore per irraggiamento	Trasmissione del Calore. Bonacina A., Cavallini A. , Mattarolo L., CLEUP Padova Termodinamica e trasmissione del calore CENGEL YUNUS A. - McGraw-Hill Dispense del Docente
12	* ENERGETICA E IMPIANTI TECNICI	La progettazione degli impianti di climatizzazione negli edifici -EPC Magrini Anna Magnani Lorenza-Dispense del Docente
13	* ACUSTICA	Manuale di Acustica Applicata, Spagnolo R., Utet-Dispense del Docente

\* Conoscenze minime irrinunciabili per il superamento dell'esame.

**N.B.** La conoscenza degli argomenti contrassegnati con l'asterisco è condizione necessaria ma non sufficiente per il superamento dell'esame. Rispondere in maniera sufficiente o anche più che sufficiente alle domande su tali argomenti non assicura, pertanto, il superamento dell'esame.

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame si compone di una prova scritta ed una orale. Il superamento della prova scritta costituisce propedeuticità per sostenere la prova orale

Gli allievi che avranno superato la prova in itinere e la prova di fine corso con un punteggio medio superiore a 18/30 saranno esentati dal sostenere la prova scritta e potranno direttamente sostenere l'esame orale. Tale agevolazione verrà concessa solo agli allievi che sosterranno l'esame nella I sessione utile di esami dopo la conclusione del corso.

### PROVE IN ITINERE

Si prevede di effettuare una prova in itinere consistente nella risoluzione di esercizi da effettuarsi nella prima settimana di Dicembre.

### PROVE DI FINE CORSO

Si prevede di effettuare una prova di fine corso consistente nella risoluzione di esercizi.

### ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

FONDAMENTI DI TERMODINAMICA

Primo principio della termodinamica in forma estesa. Dipendenza del lavoro e del calore dal tipo di trasformazione termodinamica. I postulati entropici. Processi reversibili e irreversibili. Trasformazioni quasi statiche. Equazione di Gibbs.

Il secondo principio della termodinamica (enunciati di Clausius e Kelvin). Equazioni di stato. Calori specifici a P e V costanti. Le trasformazioni a T, P, V costanti. Entropia di un gas perfetto.

I diagrammi (p-T), (p-v), (T-s). Principali trasformazioni del vapore d'acqua.

. Il diagramma di MOLLIER (h-s) per il vapore d'acqua. Processi e trasformazioni cicliche. Cicli diretti a vapore (Rankine e Hirn), Turbine a gas e cicli Joule-Bryton. Il ciclo frigorifero. Rendimenti isoentropici. Cicli frigoriferi ad assorbimento.

## ARIA UMIDA

Diagrammi psicrometrici per l'aria umida. Le trasformazioni dell'aria umida. Temperatura di saturazione e temperatura di rugiada. Condizionamento estivo e invernale

## MOTO DEI FLUIDI

Equazione di Bernoulli. Similitudine, analisi dimensionale e modellizzazione. Flussi interni ed esterni. Il moto dei fluidi nei condotti. .

(Regimi: laminare, turbolento e di transizione). Fattore d'attrito . Coefficienti di viscosità dinamica e cinematica. Profili di velocità

## TRASMISSIONE DEL CALORE

Il postulato di Fourier. Il bilancio energetico in regime stazionario . La lastra piana; le pareti piane multistrato (con e senza generazione di potenza termica). Metodo dell'analogia elettrica. Il bilancio energetico nel caso di simmetria cilindrica. La conduzione in regime variabile: numero di Biot; metodo delle capacità concentrate.

Gruppi adimensionali per la convezione forzata e parametri di

similitudine. Gruppi adimensionali per la convezione naturale. Cenni all'analisi adimensionale.

Correlazioni adimensionali sperimentali per la convezione termica forzata per le principali configurazioni di scambio termico all'esterno di superfici e all'interno di condotti.

. Equazioni costitutive per la convezione naturale. Ipotesi di Boussinesque.

Trasmissione del calore per irraggiamento

Potere emissivo. Irradiazione. Grandezze monocromatiche e complessive. Il corpo nero: leggi di

Planck, Stefan-Boltzmann, Wien. I coefficienti d'assorbimento, riflessione, trasmissione ed emissione. Legge di Kirchhoff. Il corpo grigio. Scambio di calore fra corpi neri: il fattore di forma. Schermi antiradianti.

## SISTEMI ENERGETICI

Cenni di combustione. Generatori di calore. Reti di distribuzione idronica. Perdite di carico continue e localizzate. Abaco di Moody.

Potenza di una macchina idraulica operatrice (pompa). Calcolo delle prevalenze manometrica e totale di una pompa. . Terminali di emissione. Cenni sui Sistemi di regolazione

## ACUSTICA

Principali grandezze acustiche. Leggi di propagazione delle onde sonore. Livello sonoro equivalente. Analisi spettrale. Materiali e strutture fonoassorbenti. Requisiti acustici passivi degli edifici

---