

## FISICA TECNICA AMBIENTALE I

### Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio Corsi Decentrati a Savona - A.A. 2007/2008

**Docente:** Marco Fossa

Dipartimento Ingegneria della Produzione, TEmoenergetica e modelli Matematici (DIPTeM), Sezione Temoenergetica e Condizionamento Ambientale (TEC), Università degli Studi di Genova - Via all'Opera Pia 15a, 16145 Genova - Tel. 0103532198.  
Email: [mfossa@dittec.unige.it](mailto:mfossa@dittec.unige.it), <http://www.ditec.unige.it>.

**Crediti:** 7

**Obiettivi formativi specifici:** Fornire agli studenti le nozioni indispensabili per il corretto uso dei fondamenti di termodinamica tecnica, trasmissione del calore ed acustica nel settore dell'energetica e della valutazione di impatto ambientale.

**Contenuti essenziali:** Termodinamica Applicata: Cenni alla situazione energetica planetaria e scenari. Unità di misura correnti. Sistemi e proprietà termodinamiche. Equazioni di bilancio e di conservazione; energia interna, entalpia, entropia, titolo di un vapore. Cicli termodinamici diretti. Produzione del calore tramite combustione. Poteri calorifici. Rendimenti. Cicli motore Rankine ed effetti ambientali. Cicli inversi a compressione e macchine frigorifere. Analisi energetica delle pompe di calore. Termodinamica dell'aria umida e psicrometria. Il diagramma ASHRAE. Termofluidodinamica: Applicazioni dell'equazione di Bernoulli: fattore di attrito e diagramma di Moody, caduta di pressione nelle singolarità. Sistemi a circolazione forzata e naturale. Camini.

Trasmissione del calore: Fondamenti di conduzione, convezione ed irraggiamento. Resistenze termiche. Soluzione di alcuni problemi di particolare interesse (trasmissione di pareti, isolamento termico, transistori termici). Irraggiamento solare. Risparmio energetico connesso al dimensionamento degli involucri degli edifici (legge 10/91).

**Seminari tematici:** la certificazione energetica degli edifici, le pompe di calore geotermiche e le applicazioni nella climatizzazione invernale ed estiva

**Capacità operative:**

Risoluzione di problemi elementari di termodinamica e termofluidodinamica dei fluidi (gas, liquidi, bifase), di energetica, di trasmissione del calore, acustica. Redazione di semplici relazioni tecniche relative alle attività di laboratorio ed alle prove sperimentali svolte.

**Tipologia delle attività didattiche e numero di ore dedicate alle stesse:**

Il corso prevede lezioni teoriche (circa 45 ore) esercitazioni di calcolo numerico (circa 25 ore) ed attività sperimentali di laboratorio (circa 5 ore).

**Tipologia e modalità d'esame:**

Scritto per la verifica dell'acquisizione delle capacità operative essenziali e prova orale sugli argomenti fondamentali del corso. Il voto finale è la media di tutte le votazioni riportate. Per la prova orale è disponibile in rete l'elenco delle domande di esame

Sono previste due prove scritte in itinere la cui votazione media sostituisce, per gli studenti in corso, la prova scritta.

**Propedeuticità:**

nozioni di analisi matematica, fisica e geometria (non vincolanti, ma fortemente raccomandate)

**Riferimenti bibliografici:**

Y.A. Çengel, *Termodinamica e trasmissione del calore*, Mc Graw-Hill, seconda edizione, 2005

Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, *Termodinamica applicata*, Cleup 1988.

G. Guglielmini, C.Pisoni, *Introduzione alla trasmissione del calore*, Ed. Ambrosiana, 2004.

G. Guglielmini, C.Pisoni, E. Nannei *Esercizi di termodinamica tecnica e trasmissione del calore*, Ed. EGIG Genova, 1993.

L. Tagliafico, P. Cavalletti, *Nozioni di analisi numerica applicate a problemi di termodinamica tecnica e trasmissione del calore*, CLU Genova, 1993.

Testi di consultazione:

M.J. Moran, H.N. Shapiro: *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, John Wiley and Sons, Inc, 1988

A. Bejan, *Heat Transfer*, John Wiley and Sons, Inc, 1993

Douglas Gasiorek, Swaffield, *Fluid Mechanics*, Pitman Int. Ed., 1979.

Dispense e materiale didattico in rete (pagina personale di M.Fossa presso [www.ditec.unige.it](http://www.ditec.unige.it)):

Esercizi di Fisica Tecnica Ambientale

## **FISICA TECNICA AMBIENTALE**

### **(ENVIRONMENTAL THERMODYNAMICS AND HEAT TRANSFER)**

**Professor:** Marco Fossa

Dipartimento di Termoenergetica e Condizionamento Ambientale  
(DITEC) Università degli Studi di Genova - Via all'Opera Pia 15a,  
16145 Genova - Tel. +390103532198.  
Email: mfossa@dittec.unige.it – <http://www.ditec.unige.it>.

**Credits:** 7

**Hours:** 75

**Objectives:** To provide to the students the bases of Thermodynamics and heat transfer needed for tackling problems related to environmental energy engineering and applications concerning energy conversion, refrigeration, air conditioning.

**Contents:** The energy situation in the world. Introductory concepts and definition in thermodynamics. Units for thermodynamic properties. Methodology for solving Thermodynamic problems. First law thermodynamics. Energy transfer by work and heat. Properties of the pure substance. Control volume energy analysis. Fundamentals of combustion and heating values. The second law of thermodynamics. Entropy and maximum efficiencies. The Rankine cycle and the environmental impact. Gas power systems. Refrigeration and heat pumps. Psychrometrics and air conditioning. One dimensional fluid-dynamics: the Bernoulli equation, friction factors and local pressure drop coefficients. Fundamentals of conduction, convection and radiation. Thermal resistance and overall heat transfer coefficient. Extended surfaces (fins). Forced and free convection. Heat transfer in buildings and energy savings. Radiation heat transfer: blackbody radiation, grey diffuse surfaces, environmental radiation. Heat exchangers and the recovery of thermal energy.

**Laboratory activity:** Measurement of single phase pressure drop in straight pipes and singularities. Temperature measurements by means of thermocouples and non contact sensors.

**Organisation:**

The course is based on theoretical lectures (about 45 hours) numerical calculations for practical applications (about 25 hours) and laboratory activity (about 5 hours).

**Suggested references:**

M.J. Moran, H.N. Shapiro: *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, John Wiley and Sons, Inc, 1988  
A. Bejan, *Heat Transfer*, John Wiley and Sons, Inc, 1993  
Douglas Gasiorek, Swaffield, *Fluid Mechanics*, Pitman Int. Ed., 1979.  
Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, *Termodinamica applicata*, Cleup 1988.  
G. Guglielmini, C.Pisoni, *Elementi di trasmissione del calore*, Ed. Veschi, 1990.

# Corso di Fisica Tecnica Ambientale D.U. Ambiente e Risorse - Modulo I

A.A 2006/07 (lezioni svolte settembre-dicembre 2006)

Argomento	Data
Presentazione del corso e modalità di esame. Ambiente ed energia su scala planetaria. Misure e sistemi di unità di misura. Sistemi e proprietà dei sistemi. Grandezze intensive ed estensive, grandezze di scambio e di stato (p,v, T etc.). Pressione e temperatura e loro misure.	Lun 19/9 (4)
Equazioni di bilancio, Principio generalizzato di bilancio di una proprietà estensiva per un v.c. generico chiuso o aperto Proprietà dei fluidi ed equazione di stato. Fluidi termodinamici. Piano p-v. Vapori, titolo, regione del gas	Mer 21/9 (2)
Legge del gas perfetto. Miscele di gas ed eq. di Dalton. Esempi di applicazione della legge del g.p. Tabelle del vapore come mezzo di formulazione dell'equazione di stato per i vapori. I principio della T. come estensione del principio di cons. dell'energia meccanica. Scambi di lavoro per sistemi deformabili (pdv). Meccanismi di scambio del calore.	Lun 26/9 (4)
Trasformazioni dei sistemi chiusi (trasf. Adiabatica, ciclica etc.). Cicli diretti ed inversi. Calori specifici. Lavoro reversibile	Mer 28/9 (2)
Conservazione della massa ,continuità, Estensione del primo principio ai sistemi con deflusso come caso particolare dell'equazione di bilancio. Lavoro di pulsione e lavoro d'elica. Definizione di entalpia Sistemi aperti esempi numerici	Lun 4/10 (4)
<b>SOSPENSIONE</b>	Mer 7/10 (2)
Esercizi sistema aperto. Definizioni di Rendimento di combustione. Combustione .	Lun 11/10 (4)
Formulazione del secondo principio della termodinamica. Enunciati di Clausius e Kelvin. Entropia. Rendimento dei <b>cicli</b> ideali. Il ciclo di Carnot ed il piano Ts. Relazioni fondamentali Tds. Esempi (inventore etc)	Mer 13/10 (2)
Cicli diretti, ciclo rankine.	Lun 18/10 (4)
Ciclo di Rankine ed effetti ambientali. Esempio. Cicli inversi, fluidi, piano ph	Mer 20/10 (2)
Rankine ed esempio numerico. Cicli inversi. Piano ph. Esempio	Lun 25/10 (4)
<b>Compitino di verifica (1.5 ore)</b>	Mer 27/10 (2)
Pompe di calore e convenienza energetica ed ambientale. (1h). Convenienza energetica, Soluz. innovative	Mer 3/11 (2)
Psicrometria. Diagramma. Trasformazioni, esempi. Psicrometria ed Impianti di condizionamento (2h).	Lun 8/11 (4)
Equazione di Bernoulli. Moody, perdite conc.	Mer 10/11 (2)
<b>ESERCITAZIONE di laboratorio a GENOVA</b>	Lun 15/11 (4)
Bernoulli camino (1h). Meccanismi trasmissione calore. Legge di Fourier. Conducibilità. Distribuzione della temperatura in una lastra piana. Esempi	Mer 17/11 (2)
Trasmittanza. Disperdimenti delle pareti. Esempi. Resistenze in geom. Cilindrica. Convezione, introduzione	Lun 22/11 (4)
Convezione, strato limite, numeri adimensionali. Correlazioni per il calcolo del coefficiente convettivo naturale e forzato. Esempi numerici.	Mer 24/11 (2)
<b>CAVALLETTI</b> Irraggiamento. Visibile ed infrarosso. Prop. Radianti. Radiazione di corpo nero. Corpi grigi Scambio radiante: fattori di vista. esempi numerici	Lun 29/11 (4)
<b>CAVALLETTI</b> Scambio radiante solare per involucri edilizi	Mer 1/12 (2)
<b>CAVALLETTI</b> legge 10. Enfasi su rendimenti di caldaia, nuove tecnologie (caldaie a condensazione, emissioni equivalenti delle pdc)	Lun 6/12 (4)
<b>Compitino di verifica (1.5 ore).</b>	Lun 13/12 (4)
Scambiatori, esempi.	Mer15/12 (2)