INDICE

FOTOCOPIE PROGRAMMA DI MASSIMA, BIBLIOGRAFIA, REGISTRO DELLE LEZIONI ED ESERCITAZIONI, GLOSSARIO, UNITÀ DI MISURA

TERMODINAMICA (PAG 1 - 45) PAG

- 1° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI CHIUSI 1
- 2° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI APERTI 3
- TRASFORMAZIONI REVERSIBILI / IRREVERSIBILI 7
- 2° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA 8
- IL LAVORO NETTO 11
- EQUAZIONE DI BERNOULLI 12
- LAMINAZIONE 13
- SISTEMI A 2 VARIANZE 16
- GAS PERFETTI 18
- BIFASI 20
- MACCHINA FRIGORIFERA 25

ESERCIZI 29 - 43
(IL PROBLEMA 5 CONTIENE L'ARGOMENTO "GENERATORI DI CALORE")

- LE COMBUSTIONI 44
- I FLUIDI REFRIGERANTI 45

TERMOFLUIDODINAMICA (PAG 46 - 54)

- GRANDEZZE ED EQUAZIONI 46
- MOTI PER DIFFERENZE DI TEMPERATURA 52
- DIMENSIONAMENTO DI UN CONDOTTO A CAMINO 53
- LA VENTILAZIONE DEGLI AMBIENTI 54
- PARETI VENTILATE 54

FOTOCOPIE TERMODINAMICA E TERMOFLUIDODINAMICA

CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA (PAG 55 - 82)

- GRANDEZZE DELL'ARIA UMIDA 55
- DIAGRAMMA DI MOLLIER 59
- TRASFORMAZIONI ELEMENTARI DELL'ARIA UMIDA 61

ESERCIZI 6 - 7 69

- IL CONDIZIONAMENTO DEGLI AMBIENTI 71

ESERCIZIO 8 78

FOTOCOPIE

SCAMBI TERMICI (PAG 83 - 154)

- MECCANISMI DI SCAMBIO TERMICO 83
- SCAMBI TERMICI NELLE PARETI PIANE 87
- IGROMETRIA DELLE PARETI 92
- NORMATIVA E VALORI FISSATI 96

ESERCIZI PROBLEMI DAL 9 AL 18 100

- LE PARETI VETRATE 112

MASTER COPY
Tel. 388/9837745
FASTCOPY
Tel. 050/556414

- NORMATIVA: TRASMITTANZA FINESTRE, PONTI TERMICI 115

ESERCIZIO 19 - [+ FOTOCOPIE SCAMBI TERMICI] 117

- TRASMISSIONE DEL CALORE IN CONDIZIONI NON STAZIONARIE 119
- TRANSITORIO TERMICO 125
- LA CONVEZIONE 127
- SCAMBIATORI DI CALORE 131
- DIMENSIONAMENTO SCAMBIATORE DI CALORE 134
- L'IRRAGGIAMENTO 137
- GRANDEZZE FONDAMENTALI 138
- LEGGI DELL'IRRAGGIAMENTO 141
- CALCOLO DELLO SCAMBIO TERMICO PER IRR. 145

ESERCIZI 20-21 [+ FOTOCOPIE CONVEZIONE E IRRAGGIAMENTO] 149

☐ ILLUMINOTECNICA (PAG 155-176)

- DEFINIZIONE 153
- GRANDEZZE FONDAMENTALI 156
- COEFFICIENTE DI VISIBILITÀ 159
- CALCOLO DEGLI ILLUMINAMENTI 162
- CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI LUMINOSE 163
- PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA (ESTERNI E INTERNI) 165
- ILLUMINAZIONE NATURALE DEGLI AMBIENTI 169

- ESERCIZI 23-24 171
- SISTEMI SOLARI: FOTOVOLTAICI E TERMICI 175
-

FOTOCOPIE ILLUMINOTECNICA.

☐ ACUSTICA (PAG 177-199)

- TIPI DI ONDE E GRANDEZZE FONDAMENTALI 177
- TIPI DI SUONI E LORO CARATTERISTICHE 179
- I LIVELLI SONORI 180

ESERCIZI 25-26 181

- ADIOGRAMMA NORMALE 182
- ACUSTICA GEOMETRICA 182
- ACUSTICA DELLE SALE 184
- TRANSITORI ACUSTICI: TEORIA DI SABINE 185
- CORREZIONE ACUSTICA DI UNA SALA 188
- REQUISITI ACUSTICI DELLE SALE 188

ESERCIZIO 27 190

- POTERE FONOISOLANTE, LEGGE DI MASSA 191
- PROTEZIONE DAI RUMORI 194
- IL RUMORE AMBIENTALE 197

ESERCIZIO 28 [+ FOTOCOPIE ACUSTICA] 199

☐ PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI (PAG 200-201)

~~ESERCIZIO 29~~ 202

☐ IL COMPORTAMENTO DELLE PARETI IN REGIME TERMODINAMICO: RIASSUNTO DELL'ARTICOLO "LE PARETI LEGGERE" 205 ~~210~~ 210

FOTOCOPIE: 2 ARTICOLI

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

Universita' di Pisa – Ingegneria – Corso di Laurea interclasse in Ingegneria Civile Ambientale e Edile
Percorso INGEGNERIA EDILE (Classe L-23)

FISICA TECNICA AMBIENTALE

(SSD ING-IND/11 – CFU 9)
Docente: Francesco Leccese

RICEVIMENTI: PRIMA DELL'ORARIO DI LEZIONE AL DIP. (IN BASSO)

Obiettivi formativi

L'insegnamento si propone di fornire nozioni di base sui seguenti argomenti: termodinamica, trasmissione del calore, isolamento termico e risparmio energetico negli edifici, aria umida, benessere termoigrometrico degli ambienti, climatizzazione degli ambienti, dimensionamento igrometrico dei componenti edilizi, illuminazione naturale e artificiale degli ambienti, illuminazione urbana e inquinamento luminoso, acustica delle sale, isolamento acustico degli edifici, rumore ambientale e inquinamento acustico. Normativa tecnica. Sono previste attività di esercitazione per circa 30 ore in cui i vari argomenti trattati nel Corso vengono approfonditi con esercizi ed applicazioni pratiche.

(English version)

BUILDING PYHSICS

The aim of the course is providing the students with basic elements on the following matters: thermodynamics, heat transfer, thermal insulation and energy consumption in buildings, humid air, indoor hygrothermal comfort, cooling of buildings, moisture behaviour of building components, daylighting and artificial lighting, urban lighting and light pollution, room acoustics, sound insulation in buildings, environmental noise. Technical standards. The basic elements are integrated with exercises and applications.

COMFORT

Programma di massima delle lezioni

TERMOFISICA DELL'EDIFICIO. Richiami sui principi della termodinamica. Equazioni di bilancio per un sistema aperto a più bocche. Diagrammi di stato per fluidi bifase. Moto dei fluidi per differenze di temperatura. Macchina frigorifera a compressione di vapore, pompa di calore. Trasmissione del calore. La conduzione: postulato di Fourier ed equazione di Fourier. Semplici problemi in simmetria piana e cilindrica. Fondamenti di convezione. Scambiatori di calore. L'irraggiamento termico. L'irraggiamento solare: trasmissione del calore attraverso pareti opache e trasparenti. La miscela aria-vapore. Diagrammi psicrometrici. Principali trasformazioni della miscela aria-vapore. Trasmissione del vapore attraverso le pareti. Le condizioni ambientali per il benessere termoigrometrico. La climatizzazione degli ambienti.

ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI. Grandezze fotometriche. Unità fotometriche. Caratteristiche delle sorgenti luminose. Principali tipi di lampade e di apparecchi. Calcolo degli illuminamenti: sorgenti puntiformi e sorgenti estese. Illuminazione artificiale di interni. Illuminazione dovuta alla luce diurna e dimensionamento del finestrato. Illuminazione di esterni. Illuminazione urbana e inquinamento luminoso.

ACUSTICA DEGLI AMBIENTI. Onde elastiche in un fluido. Livelli in decibel. Acustica geometrica e limiti di validità. Psicoacustica: caratteristiche della sensazione uditiva, scala dei fon e audiogramma normale. Potere fonoisolante delle pareti e legge di massa. Acustica architettonica. Requisiti acustici delle sale: condizioni per una buona acustica, correzione acustica. Isolamento acustico degli edifici. Rumore ambientale.

Attività di esercitazione

Unità di misura. Semplici problemi di termodinamica: Dimensionamento di una macchina frigorifera. I fluidi refrigeranti. Riscaldamento di un ambiente con pompa di calore. Moti per differenza di temperatura in sistemi aperti. Le facciate e coperture ventilate, prestazioni energetiche. La ventilazione naturale degli ambienti. Caratteristiche termiche dei materiali edili. I materiali isolanti. La trasmissione del calore attraverso le strutture edilizie opache e vetrate. L'isolamento termico e il risparmio energetico negli edifici, la normativa. Misura in opera della resistenza termica delle pareti. Il diagramma di Mollier. Misura dell'umidità relativa. Fenomeni di condensa superficiale ed interstiziale nelle pareti, la normativa. Il condizionamento di una sala: caso estivo e caso invernale. Progetto dell'illuminazione artificiale e naturale di un ambiente, la normativa. Il luxmetro. Calcolo del potere fonoisolante di strutture edilizie, la normativa. Comfort acustico negli ambienti. Il fonometro. Problemi sull'irraggiamento termico. Sistemi solari termici e fotovoltaici. Sistemi solari passivi. Comportamento termico dinamico delle pareti opache. Il quadro normativo fisico-tecnico.

Testi di riferimento

- Cengel Y.A., *Termodinamica e trasmissione del calore*, McGraw-Hill (Milano).
- Cavallini A., Mattarolo L., *Termodinamica applicata*, CLEUP (Padova).
- Kreith F., *Principi di trasmissione del calore*, Liguori (Napoli).
- Bellia L., Mazzei P., Minichiello F., Palma D., *Aria umida – Climatizzazione ed involucro edilizio*. Liguori (Napoli).
- Forcolini G., *Lighting*, Hoepli (Milano).
- Cirillo E., *Acustica Applicata*. McGraw-Hill (Milano).
- Appunti vari messi a disposizione dal docente.

Modalità di svolgimento degli esami

Prova orale. Iscrizione tramite lista, presso il Dip.to di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni.

Università di Pisa – Ingegneria – Corso di Laurea interclasse in Ingegneria Civile Ambientale e Edile
Percorso INGEGNERIA EDILE (Classe L-23)

FISICA TECNICA AMBIENTALE

(SSD ING-IND/11 – CFU 9)
Docente: Francesco Leccese

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

BIBLIOGRAFIA

a)- Termodinamica

- Cengel Y.A., Boles M.A., **Thermodynamics – An engineering approach**. McGraw Hill (New York).
- Cavallini A., Mattarolo L., **Termodinamica applicata**. CLEUP (Padova).

b)- Aria Umida e Condizionamento dell'Aria

- Bellia L., Mazzei P., Minichiello F., Palma D., **Aria umida – Climatizzazione ed involucro edilizio**. Liguori (Napoli).
- Alfano G., Filippi M., Sacchi E., **Impianti di climatizzazione per l'edilizia**. Masson (Milano).
- Briganti A., **Il condizionamento dell'aria**. Tecniche Nuove (Milano).

c)- Trasmissione del calore

- Cengel Y.A., **Heat Transfer – A practical approach**. McGraw-Hill (New York).
- Kreith F., **Principi di trasmissione del calore**. Liguori (Napoli).
- Bonacina C., Cavallini A., Mattarolo L., **Trasmissione del calore**. CLEUP (Padova)

d)- Illuminotecnica

- Bianchi F., Pulcini G., **Manuale di illuminotecnica**. NIS (Roma).
- Forcolini G., **Lighting**. Hoepli (Milano).
- Aghemo C., Lo Verso V., **Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale**. AIDI (Milano)

e)- Acustica tecnica

- Cirillo E., **Acustica applicata**. McGraw-Hill (Milano).
- Spagnolo R. (a cura di), **Manuale di Acustica**. CittàStudi (Bologna).
- Hamayon L., **L'acustica nell'edificio**. Sistemi Editoriali (Napoli)

Per approfondire alcuni degli argomenti trattati ai punti (a-c) si vedano anche i seguenti testi.

-. Filippi M., Rizzo G. (a cura di): «*Certificazione energetica e verifica ambientale degli edifici - Valutazione delle prestazioni energetiche e della sostenibilità delle scelte progettuali*», Flaccovio (Palermo), 2007:

- Tuoni G., Ciampi M., Fantozzi F., Leccese F., **Sul progetto delle pareti esterne opache e delle strutture interne degli edifici in regime termico dinamico**, pp. 146-166 (in Cap. 2 – La certificazione energetica, Par. 2.2 – Approfondimenti);
- Tuoni G., Ciampi M., Fantozzi F., Leccese F., **Edifici a bassi consumi energetici, casi studio: casa unifamiliare in legno ed edificio multipiano per appartamenti**, pp. 195-210 (in Cap. 2 – La certificazione energetica, Par. 2.3 – Applicazioni).

-. AA:VV.: «*Prestazioni estive degli edifici*», Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico (ANIT), Collana: L'isolamento termico e acustico, Vol. 5, TEP (Milano), 2010:

- Leccese F., Tuoni G., **Caratteristiche termiche dinamiche delle pareti – Ottimizzazione delle pareti multistrato**, pp. 87-103 (in Parte 3 – Cap. 2);
- Leccese F., Tuoni G., **Facciate e coperture ventilate**, pp. 104-134 (in Parte 4 e Parte 6 – Appendice B).