

Mod. scheda insegnamento v1.2

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome | Sandra

Cognome | Corasaniti

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano | Fisica Tecnica Industriale 2

English | Industrial Technical Physics 2

Aree culturali

Digital Sustainability

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. | 2024-2025

L

LM

LM CU

CdS | Ingegneria Meccanica

Codice | 8037731

Canale | Esame obbligatorio

CFU | 9

Lingua | Italiano

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome |

Cognome |

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano |

English |

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

**Digital Sustainability**

Gli obiettivi del corso sono gli approfondimenti degli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, necessari per una corretta progettazione termofluidodinamica ed entropica, con strumenti matematici avanzati, quali, ad esempio, i metodi analitici di risoluzione di sistemi di equazioni alle derivate parziali.

**CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:**

Al termine del Corso lo studente sarà in grado di conoscere gli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, e di comprendere il processo di esame della problematica tecnico scientifica, della sua schematizzazione fisica, comprensiva dei vari livelli di approssimazione richiesti, anche in relazione al tempo richiesto per la sua soluzione, e il metodo di soluzione con metodi analitici. **Il tutto verrà affrontato al fine di ottimizzare i processi in termini di efficienza e sostenibilità**

**CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:**

Al termine del Corso lo studente, dopo aver compreso gli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, sarà in grado di applicare l' esame della problematica tecnico scientifica, la sua schematizzazione fisica, comprensiva dei vari livelli di approssimazione richiesti, anche in relazione al tempo richiesto per la sua soluzione, e la sua soluzione con metodi analitici. **Ogni problematica sarà affrontata con l'ottica di ottimizzare i processi e l'efficienza anche con l'utilizzo di software specifici.**

**AUTONOMIA DI GIUDIZIO:** Al termine del Corso lo studente, dopo aver imparato ad applicare, agli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, l'esame della problematica tecnico scientifica, la sua schematizzazione fisica, comprensiva dei vari livelli di approssimazione richiesti, sempre tenendo conto dell'ottimizzazione dei processi e dell'efficienza, anche in relazione al tempo richiesto per la sua soluzione, e la sua soluzione con metodi analitici e **numerici computazionali**, sarà in grado di estendere il tipo di approccio anche ad altri fenomeni scientifici, sempre alla che richiedono una similare schematizzazione fisica, con gli **strumenti analitico matematici e numerici computazionali appresi durante il Corso.**

**ABILITÀ COMUNICATIVE:**

Al termine del Corso lo studente, dopo aver imparato ad estendere gli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, l' esame della problematica tecnico scientifica, la sua schematizzazione fisica, comprensiva dei vari livelli di approssimazione richiesti, anche in relazione al tempo richiesto per la sua soluzione, e la sua soluzione con metodi analitici e **numerici**, e il tipo di approccio anche ad altri **fenomeni scientifici, legati all'ottimizzazione dei processi e delle efficienze**, che richiedono una similare schematizzazione fisica, con gli strumenti analitico matematici imparati nel Corso, sarà in grado di usare il comune approccio analitico matematico anche ad altri differenti ambiti comunicativi.

**CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:**

Al termine del Corso lo studente, dopo aver imparato ad usare il comune approccio analitico matematico, relativo agli argomenti specialistici della Termodinamica Applicata, della Termofluidodinamica e della Termocinetica, all'esame della problematica tecnico scientifica, della sua schematizzazione fisica, comprensiva dei vari livelli di approssimazione richiesti, sempre legati all'ottimizzazione dei processi e delle efficienze, anche in relazione al tempo richiesto per la sua soluzione, e la sua soluzione con metodi analitici, ed il tipo di approccio anche ad altri fenomeni scientifici, che richiedono una similare schematizzazione fisica, con gli strumenti analitico matematici imparati nel Corso, ed ad **usare il comune approccio analitico matematico, oltre a tecnologie digitali di supporto**, anche ad altri differenti ambiti comunicativi, sarà in grado di apprendere in modo completamente autonomo.

Italiano



### Digital Sustainability

The main scope of the course is the understanding of some special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, which are necessary for a correct design, at the light of the second principle of Thermodynamics and the thermal and fluid dynamics, coupled with some of the mathematical tools, as the analytic methods of solution of systems of partial differential equations.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: At the end of the Course the student will know the special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, and he will be able: to understand the problem from the scientific and technical point of view, to make a physical scheme, with different levels of approximations, required also in relation to the time necessary to its solution, and to solve it with advanced analytical approaches, as the solution of systems of partial differential equations. **Everything will be discussed in order to optimize processes in terms of efficiency and sustainability.**

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: At the end of the Course the student, after have known the special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, able to understand the problem from the scientific and technical point of view, with its physical scheme, with different levels of approximations, required also in relation to the time necessary to its solution, will be able to apply the solution with advanced analytical approaches, as the method of solution of systems of partial differential equations. **Each problem will be addressed with a view to optimizing processes and efficiency also with the use of specific software.**

MAKING JUDGEMENTS: **At the end of the Course the student, able to apply, to the special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, the approach to the problem from the scientific and technical point of view, with its physical scheme, with different levels of approximations, always taking into account process optimization and efficiency,** required also in relation to time necessary to its solution, and to solve it with advanced analytical **and numerical computational approaches,** as the method of solution of systems of partial differential equations, will be able to extend the similar approach to other scientific phenomena with the **analytical, mathematical and numerical computational instruments learned during the Course.**

COMMUNICATIONS SKILLS: At the end of the Course the student, after have learned how to extend the special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, the approach to the problem from the scientific and technical point of view, with its physical scheme, with different levels of approximations, required also in relation to the time necessary to its solution, and to solve it with advanced analytical and **numerical computational approaches,** as the method of solution of systems of partial differential equations, and to extend similar approach to other scientific phenomena, **always from the point of view of the optimization of processes and efficiencies,** with the analytical and mathematical instruments learned during the Course, will be able to employ the common instrument, analytical and mathematical, to other communication systems.

LEARNING SKILLS: **At the end of the Course the student, after have learned how to employ the common instrument, analytical and mathematical, to other communication systems, as the special topics of Applied Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer, the approach to the problem from the scientific and technical point of view, with its physical scheme, with different levels of approximations, always from the point of view of the optimization of processes and efficiencies,** required also in relation to the time necessary to its solution, and to solve it with advanced analytical approaches, and to extend similar approach to other scientific phenomena, which require the analytical and mathematical instruments learned during the Course, and able to employ the common analytical and mathematical instruments, **or supporting digital technologies,** to other communication systems, will be able to apprehend in a completely autonomous way.

English

Prerequisiti

Italiano

Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica o in altre Lauree triennali dove si sono sostenuti almeno 9 CFU di Fisica Tecnica Industriale.

English

Laurea Degree (3 years) in Mechanical Engineering or in other Laurea degrees, where the student has got at least 9 CFU in Industrial Technical Physics.

Programma

Digital Sustainability

Termodinamica:

Termometria. Teorema dell'aumento di entropia e sorgenti entropiche. Lavoro meccanico: sistemi chiusi e aperti, trasformazioni irreversibili. Pompe di calore. Sistema aperto con più correnti entranti e uscenti. Coefficienti calorimetrici. Energia ed entalpia libera. Passaggi di stato. **Efficienza termodinamica. Exergia per sistemi chiusi e aperti. Diagramma Exergia-Entalpia. Teorema di Gouy-Stodola.** Gas reali. Equazione del viriale. Equazione degli stati corrispondenti e generalizzato. Equazione di van Der Waals e altre. Funzioni termodinamiche per gas reali. Impianti motore: Stirling, Joule con compressione isoterma, Ericsson. Confronti. Cicli binari. **Cogenerazione e trigenerazione.** Impianti Magneto-Idro-Dinamici, chiusi e aperti. **Generatori termoelettrici. Rendimento, potenza, figura di merito, semiconduttori. Geotermia ad alta entalpia e centrali geotermiche per la produzione di energia (con visita didattica di due giorni alla centrale geotermica di Larderello).** Impianti frigoriferi. Criteri generali di progettazione. Camera flash, con eiettore, ad aria, per aerei. Impianti di liquefazione dei gas. Cicli ad assorbimento: frigorifero e pompa di calore. Pompe di calore con motore elettrico e/o motore endotermico. **Fluidi refrigeranti e inquadramento normativo. Pompe di calore geotermiche. Impianti frigoriferi con gas cooler.** Impianti frigoriferi termoelettrici. Effetto frigorifero e rendimento, fattore di irreversibilità, ottimizzazione dei parametri.

Italiano

Termofluidodinamica:

Moto laminare e turbolento. Moto tra pareti parallele e di Couette. Perdite di carico: distribuite e concentrate. Misura di viscosità. Metanodotto: incomprimibile, isoterma, adiabatico e con scambio di calore. Camino: isoterma e con scambio di calore.

Termocinetica:

Conduzione termica in regime stazionario: Proprietà variabili; Conduzione in mezzi bifase, con generazione del calore in varie geometrie, piastra piana rettangolare; Conduzione in parete permeabile, senza e con calore generato; **Tecniche di incremento di scambio termico e aumento dell'efficienza termica: alette di raffreddamento e nuovi materiali. Materiali compositi, anisotropia termica, efficienza dell'anisotropia termica e nuovi materiali.** Conduzione a regime non stazionario in contenitori con e senza capacità termica, parete indefinita e corpo semi-infinito. Equazione generale della conduzione. Conduzione transitoria in corpo infinito, saldatura e temperatura interfacciale. Fusione e solidificazione. Irraggiamento termico. Corpi grigi in presenza o meno di gas assorbenti e riflettenti. Irraggiamento con convezione. **Irraggiamento solare. Pannelli solari e concentratori solari.** Convezione termica. Equazione di conservazione della massa e della quantità di moto. Equazione di conservazione dell'energia. Convezione naturale.

**Utilizzo di un software (Comsol Multiphysics) per la modellazione di problemi termici e risoluzione di un problema di conduzione termica o termofluidodinamico. Studio delle condizioni al contorno e parametri di ottimizzazione.**



Digital Sustainability

Thermodynamics:

Thermometry. Second principle of Thermodynamics. Mechanical work: closed and open systems, irreversible processes. Heat pumps. Open systems. Specific heats. Free energy and enthalpy. Change of state. Thermodynamic Efficiency. Exergy and chart Exergy-Enthalpy. Gouy-Stodola theorem. Real gases. Virial equation. Compressibility factor. Van Der Waals equation. Thermodynamic functions for real gases. Power Plants: Stirling, Joule and Ericsson engines. Binary cycles. Cogeneration and trigeneration. Magneto-Hydro-Dynamics plants. Thermoelectric generators, efficiency and semi-conductors materials. Geothermal and geothermal plants for energy production (with two-day educational visit to the Larderello geothermal power plant). Refrigeration plants: Absorption plants; Liquefaction plants; Heat pumps with electric and/or internal combustion engine; Sustainable refrigeration fluids; geothermal heat pumps; Refrigeration plants with gas cooler; Refrigeration thermoelectric plants.

Thermal and fluid dynamics:

Laminar and turbulent flow. Flow between two parallel plates and Couette flow. Distributed and concentrated flow losses. Viscosity measurements. Flow with variable density.

Heat transfer:

Conduction with variable properties. Conduction in two phase media and various geometries. Heat conduction in permeable wall. Unsteady state conduction in container with non negligible heat capacity. Semi-infinite wall. General heat conduction equation. Techniques to increase heat exchange and increase thermal efficiency: cooling fins and new materials. Composite materials, thermal anisotropy, efficiency of thermal anisotropy and new materials. Unsteady state conduction in an infinite body, welding and interfacial temperature. Melting and solidification. Thermal radiation. Grey bodies with absorbing gas. Thermal radiation and heat convection. Solar radiation Solar panels and solar concentrators. Heat convection. Mass and momentum conservation equations. Energy conservation equation. Natural convection.

Use of software (Comsol Multiphysics) for modeling thermal problems and solving a thermal conduction or thermos-fluidynamic problem. Study of boundary conditions and optimization parameters.

English

Modalità di valutazione

- Prova scritta
- Prova orale
- Valutazione in itinere
- Valutazione di progetto
- Valutazione di tirocinio
- Prova pratica
- Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

L'esame prevede una prova scritta della durata di 3 ore con tre esercizi numerici da svolgere sui tre argomenti principali (Termodinamica, Termofluidodinamica e Termocinetica), una prova orale con tre domande teoriche sugli stessi tre argomenti (ogni domanda vale al max 10/30) e una breve relazione facoltativa su un problema termico svolto mediante software (0-2 punti). Nella formulazione del voto finale in trentesimi, la prova orale pesa al 60%, la prova scritta al 40%.

La prova di esame valuta, la preparazione complessiva dello studente, la capacità di integrazione delle conoscenze delle diverse parti del programma, la consequenzialità del ragionamento, la capacità analitica e la autonomia di giudizio. Inoltre vengono valutate la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva, in aderenza con i descrittori di Dublino (1. Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding); 2. Capacità di applicare la conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding); 3. Autonomia di giudizio (making judgements); 4. Capacità di apprendimento (learning skills); 5: Abilità di comunicazione (communication skills)).

Il voto finale si otterrà attraverso il seguente sistema di graduazione:  
Non idoneo: importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio, gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato;  
18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con



English

The course concludes with a written and an oral examination. The written exam is based on the solution of three exercises on the three topics (Thermodynamics, Thermal and Fluid Dynamics and Heat Transfer), to be carried on with a simple calculator. The oral exam consists in three theoretical questions on the same three topics. The student can develop a report about a thermal problem solved with a numerical software.

The exam evaluates the overall preparation of the student, the ability to integrate the knowledge of the different parts of the program, the consequentality of the reasoning, the analytical ability and the autonomy of judgment. Furthermore, language properties and clarity of presentation are assessed, in compliance with the Dublin descriptors (1. Knowledge and understanding; 2. Ability to apply knowledge and understanding; 3. Making judgments; 4. Learning skills; 5. Communication skills).

The final vote of the exam is expressed out of thirty and will be obtained through the following graduation system:

Not pass: important deficiencies and / or inaccuracies in the knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations and limited critical and judgment skills, the arguments are presented in an inconsistent way and with inappropriate language;

18-20: just sufficient knowledge and understanding of the topics with possible generalizations and imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgment, the topics are frequently exposed in an inconsistent way and with inappropriate / technical language;

21-23: Routine knowledge and understanding of topics; ability to analyze and synthesize with sufficiently coherent logical argument and appropriate /

Testi adottati

Italiano

Appunti del Corso  
F. Gori. Lezioni di Termodinamica. TEXMAT, 2007.  
F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. Lezioni di Termofluidodinamica. TEXMAT, 2012.  
F. Kreith. Principi di trasmissione del calore. Liguori Editore.  
F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. FISICA TECNICA, Esercitazioni. TEXMAT, 2016.

English

Powerpoint slides  
F. Gori. Lezioni di Termodinamica. TEXMAT, 2007.  
F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. Lezioni di Termofluidodinamica. TEXMAT, 2012.  
F. Kreith. Principi di trasmissione del calore. Liguori Editore.  
F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. FISICA TECNICA, Esercitazioni. TEXMAT, 2016.



Bibliografia di riferimento

Italiano/  
English

Vedi la Bibliografia di F. Gori, Lezioni di Termodinamica, TEXMAT, 2007.  
A. Cavallini, L. Mattarolo. Termodinamica Applicata. Cleup Editore, 1990.  
Vedi la Bibliografia di F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. Lezioni di  
Termofluidodinamica. TEXMAT, 2012.  
E.R.G. Eckert and R.M. Drake Jr. Analysis of Heat and Mass Transfer. McGraw  
Hill, 1972.  
Appunti vari distribuiti a lezione.

See the references of F. Gori, Lezioni di Termodinamica, TEXMAT, 2007.  
A. Cavallini, L. Mattarolo. Termodinamica Applicata. Cleup Editore, 1990.  
See the references of F. Gori, S. Corasaniti, I. Petracchi. Lezioni di  
Termofluidodinamica. TEXMAT, 2012.  
E.R.G. Eckert and R.M. Drake Jr. Analysis of Heat and Mass Transfer. McGraw  
Hill, 1972.  
Some personal notes are given during the lectures.

Modalità di svolgimento

- Modalità in presenza
- Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Il metodo di insegnamento del corso segue un modello didattico tradizionale basato su lezioni frontali ed esercitazioni.  
Il corso viene mediante slide powerpoint, video (sostitutivi dell'attività di laboratorio) e alla lavagna, in modo da consentire allo studente una familiarizzazione sia con gli esperimenti di base che con i sistemi reali per applicazioni.  
Sono inoltre tenute esercitazioni in classe con l'obiettivo di applicare a casi di interesse pratico le conoscenze sviluppate durante le lezioni teoriche. Si farà particolare riferimento alle implicazioni progettuali delle conoscenze sviluppate, con continui riferimenti a dimensioni, taglie, e velocità caratteristiche delle macchine.  
Il materiale viene pubblicato on-line prima delle lezioni.



English

The teaching method of this course foresees a traditional model based on lectures and exercises.  
Classes are carried out using powerpoint slides, videos (replacing the lab activities) and on the blackboard. This allows the student to get more familiar with the fundamental experiments and with real complex systems.  
Exercises are also held in class to apply the knowledge developed during the theoretical lessons to cases of practical interest. Particular focus will be given to the design implications of the knowledge developed, with continuous reference to characteristic dimensions, power size, and speed of machines.  
The material is published online before classes.

Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

Gli studenti possono frequentare in modo facoltativo.

English

The students can attend the lectures freely.