



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA AMBIENTALE
INSEGNAMENTO	FISICA TECNICA AMBIENTALE
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50282-Ingegneria della sicurezza e protezione civile, ambientale e del territorio
CODICE INSEGNAMENTO	03324
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/11
DOCENTE RESPONSABILE	SCACCIAOCE GIANLUCA Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81
PROPEDEUTICITA'	03295 - FISICA I
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	SCACCIAOCE GIANLUCA Lunedì 12:00 14:00 Stanza docente, 2° piano dell'edificio 9 (lato Fisica Tecnica), Dipartimento di Ingegneria

PREREQUISITI	Fondamenti di: analisi matematica, algebra lineare, geometria analitica, meccanica classica, chimica e sistemi di misura
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE Il corso fornirà tutte le conoscenze e le metodologie necessarie per affrontare le tematiche connesse con i problemi di natura termodinamica, di trasmissione del calore ed impiantistica maggiormente ricorrenti nella pratica progettuale e nel contesto della sostenibilità ambientale. Le conoscenze riguarderanno: - fenomeni di scambio termico in ogni sua forma (conduzione, convezione, irraggiamento e mista); - lo studio delle correnti fluide nei condotti; - principi della Termodinamica e sue applicazioni pratiche (principi generali che regolano la conversione da una forma di energia ad un'altra, equazioni che regolano i bilanci di energia nei sistemi chiusi ed aperti, proprietà delle sostanze pure, cicli termodinamici diretti e inversi, concetti base del comfort termoisolmetrico negli spazi confinati, trasformazioni delle miscele d'aria umida). Capacità di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di: - individuare le metodologie di analisi più appropriate alla natura ed alla entità dei problemi di natura termodinamica, di trasmissione del calore e impiantistica; - acquisire con buona padronanza le dinamiche dei processi di uso e trasformazione dell'energia; - impostare e affrontare correttamente i problemi in cui sono coinvolte tutte le forme di trasmissione del calore; - conoscere le grandezze termodinamiche fondamentali. - valutare gli opportuni processi di condizionamento per ottenere un corretto comfort termico interno. - valutare il costo energetico correlato alla produzione di lavoro meccanico/elettrico da fonti energetiche tradizionali o rinnovabili; - valutare il costo energetico relativo alla trasmissione di energia fra sistemi mediante trasporto di calore e di massa. Autonomia di giudizio Al termine del corso lo studente avrà acquisito la capacità di identificare le soluzioni più pertinenti per ognuna delle specifiche problematiche nel campo della termodinamica e trasmissione del calore, valutando autonomamente l'efficacia delle diverse soluzioni. Abilità comunicative Lo studente acquisirà la capacità di: - comunicare ed esprimere problematiche inerenti i temi del corso; - sostenere conversazioni sulla fisica tecnica, ed in particolare di evidenziare problemi relativi alle interazioni termiche e termo-isolmetriche fra occupanti e spazi confinati e fra questi ultimi e l'ambiente esterno; - offrire soluzioni pratiche. Le modalità di conduzione del corso e quelle della verifica finale sono fortemente finalizzate ad esaltare la capacità di comunicazione da parte dello studente verso un'utenza esterna, sia istituzionale che privata. Capacità d'apprendimento Sulla base delle conoscenze acquisite, lo studente sarà in grado di approfondire le sue conoscenze da fonti presenti nella letteratura scientifica e dai successivi insegnamenti. Lo studente sarà, inoltre, in condizione di apprendere nuove metodiche di approccio alle problematiche energetiche ed ambientali e di affrontare tematiche nuove sullo sfondo della sostenibilità ambientale consentendogli di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e discernimento.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dell'apprendimento sarà effettuata attraverso una prova scritta ed una prova orale. Criteri di valutazione dell'apprendimento L'esame prevede una valutazione delle conoscenze e delle capacità del singolo studente. In particolare, la verifica finale si propone di valutare se lo studente ha acquisito una buona conoscenza e comprensione degli argomenti acquisiti durante il corso, e se è in grado di applicare i concetti teorici a situazioni pratiche. Conoscenza e competenza saranno valutate attraverso una prova scritta e una prova orale. In dettaglio, la prova scritta si sviluppa in due fasi: la prima nella somministrazione di un questionario con domande a risposta multipla o calcolata con max 15 domande; la seconda nella risoluzione commentata di 2 o 3 esercizi numerici o teorici. Il questionario serve a valutare il grado di conoscenza dei temi svolti durante il corso e la capacità di risolvere piccoli problemi di calcolo, mentre gli esercizi numerici hanno lo scopo di verificare la

	capacita' dello studente di affrontare i problemi qualitativi e quantitativi della termodinamica, della trasmissione del calore e della psicrometria o meccanica dei fluidi. La durata della prova scritta sara' di circa 3 ore. La prova orale, invece, cerchera' di verificare la capacita' dell'allievo di elaborare le conoscenze acquisite utilizzandole per superare i quesiti che gli vengono posti, e la capacita' di esprimersi con un linguaggio tecnicamente corretto sui contenuti dell'insegnamento. La valutazione finale dello studente si basera' su tre criteri fondamentali: (1) correttezza della prova scritta; (2) adeguatezza delle risposte orali; (3) capacita' dello studente di saper comunicare nel migliore dei modi all'esaminatore le sue conoscenze. La valutazione viene espressa in trentesimi, eventualmente con lode. Dettaglio dei metodi di valutazione: + Eccellente - 30 – 30 e lode: Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. + Molto buono - 26–29: Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. + Buono - 24–25: Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti. + Soddisfacente - 21–23: Non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. + Sufficiente - 18–20: Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. + Insufficiente: Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si prefigge l'obiettivo di porgere le nozioni di base che consentano all'allievo di affrontare i problemi di natura termodinamica e di trasmissione del calore maggiormente ricorrenti nella pratica progettuale. In dettaglio: - fenomeni di scambio termico in ogni sua forma (conduzione, convezione, irraggiamento e misto); - principi della Termodinamica; - proprieta' delle sostanze pure; - funzionamento dei cicli termodinamici diretti e inversi; - trasformazioni delle miscele d'aria umida; - meccanica dei fluidi comprimibili e incompressibili. Il corso pone anche l'accento sulle tecnologie energetiche che, sia in ambito civile che industriale, fanno ricorso alle fonti rinnovabili. Inoltre presenta metodiche di progettazione e controllo della qualita' ambientale degli spazi confinati.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'insegnamento è strutturato in lezioni frontali a carattere teorico ed esercitazioni frontali applicative. Le esercitazioni sono esercizi numerici svolti in aula dal Docente e/o dagli studenti sotto la guida del Docente sui concetti teorici introdotti a lezione e connesse a tipiche applicazioni energetiche sia civili che industriali, con risvolti ambientali.
TESTI CONSIGLIATI	Per approfondire gli argomenti trattati durante il corso si consiglia di consultare i seguenti testi: • Cesini G., Latini G., Polonara F., Fisica Tecnica, Città Studi Edizioni, 2017. ISBN: 9788825174038. • Çengel Y. A., Cimbala J.M., Turner R.H., Elementi di Fisica Tecnica, McGraw Hill, 2017. ISBN: 8838615438. • Moran M.J., Shapiro H.N., Munson B.R., DeWitt D.P., Elementi di Fisica Tecnica per l'ingegneria, McGraw Hill, 2011. ISBN: 8838665508. • Moran M.J., Shapiro H.N., Boettner D.D., Bailey M.B., Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Wiley, 2020. ISBN-13: 978-1119721437. ISBN-10: 1119721431 • Rodono' G., Volpes R., Fisica Tecnica Vol. 1 Trasmissione del calore, moto dei fluidi. Aracne 2011. EAN: 9788854843608; ISBN: 8854843601. • Rodono' G., Volpes R., Fisica Tecnica Vol. 2 Termodinamica. Aracne 2011. EAN: 9788854844728; ISBN: 8854844721. • Moncada Lo Giudice G., De Santoli L., Progettazione di impianti tecnici. Casa Editrice Ambrosiana, 2000. ISBN: 8808084531.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione alla Fisica Tecnica Ambientale.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
8	TERMODINAMICA APPLICATA - Definizione di grandezze e concetti fondamentali: Sistema e stato termodinamico; equilibrio, processi e trasformazioni. Equazione di bilancio di una proprietà estensiva. Pressione, densità e temperatura. Le sostanze pure: cambiamenti di stato, equazioni di stato dei gas, gas ideali, proprietà delle miscele di liquido e vapore, calori specifici. Trasformazioni fondamentali. Energia, calore, lavoro: lavoro delle forze esterne e delle forze interne. Il lavoro di attrito nei fluidi.
5	Primo principio: Enunciato generale. Energia interna, entalpia: Bilanci di energia. Secondo principio: Enunciato generale. entropia, reversibilità e irreversibilità. Diseguaglianza di Clausius; equazioni di Gibbs; Relazioni di Maxwell.
10	Sistemi di conversione dell'energia - Ciclo ideale di Carnot. Il teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Macchine motrici e operatrici. I cicli dei motori a vapore e a gas. I cicli inversi a vapore. Pompe di calore.
3	PSICROMETRIA -Miscele di gas ideali. Grandezze psicrometriche, diagrammi termodinamici dell'aria umida. Trasformazioni psicrometriche. Misura dell'umidità. UTA e impianti di condizionamento.
5	TRASMISSIONE DEL CALORE - Introduzione ai modi di trasmissione del calore. La conduzione termica: Postulato e legge di Fourier. Conduttività termica. Applicazioni a problemi in regime stazionario monodimensionale con e senza generazione di calore. Conduzione in regime transitorio. Metodi numerici di risoluzione.
6	La convezione. Proprietà dei fluidi. I tipi di deflusso. Strati limite delle velocità e delle temperature. La legge di Newton nella convezione. Convezione termica, forzata e naturale, nel deflusso interno ed esterno. I principali numeri adimensionali e loro significato fisico. Le principali correlazioni tra numeri adimensionali. Meccanica dei fluidi comprimibili e incomprimibili. Ebollizione e condensazione. Irraggiamento. Grandezze caratteristiche, Coefficienti di assorbimento, riflessione e trasmissione. Il corpo nero. Corpi grigi. Emissività. Scambio di energia per irraggiamento tra corpi neri e grigi, fattori di vista.
5	Meccanismi combinati di scambio termico. Reti di resistenze termiche. Alettature, distribuzione di temperature e di flusso termico, efficienza dell'alettatura. Scambiatori di calore. Scambiatore di calore a doppio tubo. Tipologie. Calcolo dell'andamento della temperatura dei fluidi. I metodi di dimensionamento della differenza di temperatura media logaritmica ed efficienza-NTU. Misure termotecniche.
2	Cenni sulla meccanica dei fluidi.
ORE	Esercitazioni
6	Grandezze fisiche ed unità di misura; bilanci di energia, Primo principio della Termodinamica, Secondo Principio della Termodinamica, moto dei fluidi
8	Cicli termodinamici, motori termici, macchine frigorifere
4	Psicrometria.
12	Trasmissione del calore per conduzione, convezione ed irraggiamento
6	Forme miste di trasmissione del calore