



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
INSEGNAMENTO	NEUTRONICA
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50367-Ingegneria energetica e nucleare
CODICE INSEGNAMENTO	18043
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/19
DOCENTE RESPONSABILE	CHIOVARO PIERLUIGI Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CHIOVARO PIERLUIGI Giovedì 09:00 13:00 Dipartimento di Ingegneria, Edificio 6 - I Piano - Stanza 116

PREREQUISITI	Conoscenze dei fondamenti di: - calcolo differenziale ed integrale - fisica classica
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE Lo studente, al termine del corso, avra' maturato un opportuno livello di conoscenza e di comprensione sui seguenti argomenti: - Concetti di base di fisica nucleare - Teoria della diffusione neutronica - Teoria della moderazione e del rallentamento continuo di Fermi - Teoria della diffusione multi gruppo - Cenni di teoria del trasporto - Teoria cinetica del reattore puntiforme La valutazione avverra' tramite prova orale. CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Lo studente maturera' la capacita' di analizzare e valutare le prestazioni neutroniche di sistemi nucleari, nonche' di effettuare: - Analisi e dimensionamento di un reattore critico alla luce dei vari metodi teorici introdotti, - Procedure di calcolo per la valutazione dell'inventario di prodotti di attivazione, - Analisi di transitori dovuti a variazioni a gradino di reattività. La valutazione avverra' tramite prova orale. AUTONOMIA DI GIUDIZIO Lo studente, al termine del corso, avra' maturato la capacita' di studiare autonomamente il comportamento neutronico di componenti di un impianto nucleare, giudicandone le prestazioni. Avra' inoltre maturato autonomia di giudizio in relazione a: - Comprensione di rapporti tecnici e progettuali pertinenti ad impianti nucleari - Progettazione di massima di componenti esposti a flusso neutronico La valutazione avverra' tramite prova orale. ABILITA' COMUNICATIVE Lo studente, al termine del corso, avra' maturato un opportuno livello di dimestichezza con il linguaggio tecnico-scientifico impiegato nell'ambito della neutronica, riuscendo ad interagire con professionisti e/o ricercatori del settore. La valutazione avverra' tramite prova orale. CAPACITA' DI APPRENDIMENTO Lo studente sviluppera' la capacita' di apprendere le problematiche scientifico/tecnologiche che caratterizzano lo sviluppo e la progettazione neutronica dei piu' rilevanti componenti di impianti nucleari nonche' di approfondire autonomamente aspetti specifici non esplicitamente trattati (quali, ad es., quelli legati al comportamento dinamico del reattore). La valutazione avverra' tramite prova orale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	L'esame prevede la prova orale, valutata in trentesimi. Il voto minimo per superare la prova e' 18/30. La prova ha una durata di 40÷50 minuti e consiste in un colloquio, articolato in almeno tre domande a risposta aperta inerenti l'intero programma del corso. Essa e' finalizzata ad accertare: - il grado di conoscenza, comprensione e padronanza dei contenuti del corso (50% della valutazione finale); - la capacita' di applicare con autonomia di giudizio e rigore metodologico le conoscenze e competenze acquisite all'analisi ed alla soluzione di problematiche tipiche della disciplina (30% della valutazione finale); - la proprieta' di linguaggio e la chiarezza espositiva (10% della valutazione finale); - le capacita' di rielaborare criticamente i concetti acquisiti, collocandoli nella opportuna connessione logica con le varie tematiche affrontate nel corso ed in quelli ad esso affini (10% della valutazione finale). METRICA DI VALUTAZIONE - 30 - 30 e lode (ottimo): ottima conoscenza e padronanza dei contenuti del corso illustrata con piena proprieta' di linguaggio e chiarezza espositiva, spiccata attitudine ad applicare con autonomia di giudizio e rigore metodologico le competenze acquisite rielaborandole criticamente. - 27 - 29 (distinto): piena conoscenza dei contenuti del corso illustrata con proprieta' di linguaggio e chiarezza espositiva, capacita' di applicare con buona autonomia di giudizio e rigore metodologico le competenze acquisite. - 24 - 26 (buono): buona conoscenza dei contenuti del corso illustrata con proprieta' di linguaggio, modesta capacita' di applicare con una discreta autonomia le competenze acquisite.

	- 22 - 24 (soddisfacente): soddisfacente conoscenza dei principali contenuti del corso illustrata con linguaggio tecnico accettabile, scarsa autonomia nell'applicazione delle competenze acquisite. - 18 - 21 (sufficiente): conoscenza minimale dei contenuti essenziali del corso e del pertinente linguaggio tecnico, scarsa o nulla autonomia di applicazione delle competenze acquisite.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso mira a fornire una panoramica delle principali problematiche ingegneristiche connesse, in generale alla teoria del trasporto neutronico, ed in particolare al funzionamento ed allo sviluppo di reattori a fissione nucleare. Inizialmente si introdurranno i concetti di base di fisica nucleare necessari per la comprensione delle tematiche di interesse del corso. L'attenzione sarà, dunque, focalizzata alla teoria della diffusione neutronica, della moderazione e del rallentamento continuo di Fermi. Verranno forniti elementi della teoria della diffusione multi gruppo e cenni di teoria del trasporto. Al contempo l'attenzione sarà focalizzata al concetto di criticità e al problema del progetto di un reattore critico alla luce dei vari metodi teorici introdotti. In fine, sarà introdotta la teoria cinetica del reattore puntiforme.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'attività didattica è organizzata in lezioni frontali ed esercitazioni di tipo computazionale, prevalentemente svolte con il supporto di codici di calcolo neutronici basati sul metodo Monte Carlo.
TESTI CONSIGLIATI	- John R. Lamarsch, Introduction to Nuclear Reactor Theory, Addison-Wesley Publishing Company, 1972. - W.M. Stacey, Nuclear Reactor Physics - John Wiley & Sons – New York (2001). - G. I Bell, S. Glasstone Nuclear Reactor Theory, Van Nostrand Reinhold Company, 1970.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Presentazione del corso, quadro di riferimento in cui si inserisce la neutronica.
4	Generalità sulle reazioni nucleari in generale sulla fissione in particolare. Considerazioni generali sui sistemi moltiplicativi.
4	Definizioni di flusso, corrente e rateo di interazione. Equazione di continuità, legge di Fick, equazione di diffusione. Soluzioni elementari all'equazione di diffusione.
4	Introduzione alla teoria della diffusione ad un gruppo. Massa critica, equazione di criticità nella teoria ad un gruppo.
8	Introduzione ai concetti di densità di rallentamento, letargia ed età di Fermi. Teoria del rallentamento in mezzi non assorbenti.
4	Teoria del rallentamento in mezzi assorbenti. Approssimazioni NR e NRM, Moderazione con assorbimento in mezzi finiti.
4	Teoria della diffusione dei neutroni termici
4	Teoria del rallentamento continuo di Fermi, equazione di criticità nella teoria di Fermi.
4	Cenni di teoria della diffusione multi gruppo.
7	Cinetica puntiforme, equazioni della cinetica per un sistema finito. Definizione di periodo stabile, condizioni di prompt criticality. Soluzioni approssimate alle equazioni della cinetica puntiforme.
4	Elementi di teoria del trasporto neutronico
ORE	Esercitazioni
3	Determinazione della massa critica di un sistema moltiplicante al variare della sua geometria e della sua composizione.
3	Calcoli di criticità per un sistema riflesso.