



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2016/2017		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE		
<b>INSEGNAMENTO</b>	FISICA MODERNA E NEUTRONICA C.I.		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18040		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/19, FIS/03		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	BURLON RICCARDO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	CHIOVARO PIERLUIGI	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	BURLON RICCARDO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	12		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	1		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>BURLON RICCARDO</b> Lunedì 10:00 12:00 Edificio 6 - 2° piano Mercoledì 10:00 12:00 Edificio 6 - 2° piano <b>CHIOVARO PIERLUIGI</b> Giovedì 09:00 13:00 Dipartimento di Ingegneria, Edificio 6 - I Piano - Stanza 116		

**DOCENTE:** Prof. RICCARDO BURLON

<b>PREREQUISITI</b>	E' necessaria una buona conoscenza degli argomenti appresi nei corsi di Fisica I, Fisica II e di Analisi Matematica della laurea triennale in ingegneria .
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del Corso avra' conoscenza delle leggi fondamentali della fisica moderna e dei modelli che la descrivono. In particolare avra' compreso e conoscerà le problematiche riguardanti la fisica moderna e le sue applicazioni tecnologiche. Inoltre, lo studente, al termine del corso, avra' maturato un opportuno livello di conoscenza e di comprensione sui seguenti argomenti: Teoria del reattore nucleare a fissione con elementi di cinetica puntiforme.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sara' in grado di utilizzare le leggi della fisica moderna e le equazioni matematiche che la descrivono per risolvere problemi applicativi, nonche' i principi di base della teoria del trasporto neutronico. Sara' in grado di schematizzare un fenomeno fisico individuandone l'evoluzione e stimando i valori delle grandezze fisiche coinvolte. Lo studente sara' infine in grado di valutare la validita' e i limiti delle leggi e dei modelli usati.</p> <p>Autonomia di giudizio Lo studente sara' in grado di individuare i fenomeni fisici e riconoscere le leggi che li governano. Sara' in grado di schematizzare un processo, di individuare le cause dominanti che lo determinano e di stimare i valori delle grandezze fisiche coinvolte.</p> <p>Abilita' comunicative Lo studente avra' acquisito la capacita' di esporre con coerenza e proprieta' di linguaggio le problematiche inerenti gli argomenti del corso, sapendo cogliere le connessioni con gli argomenti trattati nei corsi frequentati in precedenza o nello stesso semestre. Sara' in grado di sostenere conversazioni su argomenti della fisica moderna e della neutronica, riferendosi ai principi e alle leggi su cui esse si fondano e facendo considerazioni qualitative su specifici problemi.</p> <p>Capacita' d'apprendimento Lo studente avra' appreso le leggi fondamentali della fisica moderna e le metodologie tipiche per le sue applicazioni tecnologiche, nonche' i principi di base della teoria del trasporto neutronico.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>L'esame consiste in una prova orale inerente agli argomenti di Fisica Moderna e di Neutronica. La valutazione e' espressa in trentesimi. Obiettivo delle prova: verificare la conoscenza dei principi della Fisica Moderna e della Neutronica, e della loro applicazione nella risoluzione di problemi di Teoria della Relativita, Meccanica Quantistica, Fisica dei neutroni e della teoria del Reattore Nucleare a fissione . Verificare la capacita' di modellizzazione e di identificazione degli elementi essenziali di un problema. E' prevista una prova in itinere.</p> <p><b>CRITERI DI VALUTAZIONE</b> <b>VOTO</b> da 28 a 30 - 30 e lode <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO</b> Livello complessivo: ottimo/eccellente. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati.</p> <p><b>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE</b> Ottima/eccellente conoscenza e padronanza degli argomenti del corso</p> <p><b>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Ottima/eccellente capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con alto grado di autonomia, efficacia e con elementi di originalita.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO,ABILITA' COMUNICATIVE,CAPACITA' D'APPRENDIMENTO</b> Elevate/eccellenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi, anche in presenza di informazioni parziali su problematiche/applicazioni, anche complesse, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati. Piene/eccellenti capacita' espositive e di argomentazione, ottima/eccellente chiarezza e proprieta' di linguaggio. Efficaci e articolate capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una piena capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attivita' professionale con alto grado di autonomia.</p>

**VOTO**

da 24 a 27

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO**

Livello complessivo: buono.

Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati.

**CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE**

Buona conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, con pochi e non significativi errori, inesattezze o omissioni

**CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE**

Buone capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con adeguata autonomia ed efficacia.

**AUTONOMIA DI GIUDIZIO,ABILITA' COMUNICATIVE,CAPACITA' D'APPRENDIMENTO**

Buone/soddisfacenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi su problematiche/applicazioni, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati.

Buone capacita' espositive e di argomentazione, buona chiarezza e proprietà di linguaggio.

Buone/soddisfacenti capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una adeguata capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attività professionale in modo autonomo.

**VOTO**

da 18 a 23

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO**

Livello complessivo: discreto/sufficiente.

Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati.

**CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE**

Sufficiente/discreta conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, anche se con alcuni errori, inesattezze o lacune

**CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE**

Sufficiente/discreta capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, anche se con limitata autonomia ed efficacia.

**AUTONOMIA DI GIUDIZIO,ABILITA' COMUNICATIVE,CAPACITA' D'APPRENDIMENTO**

Accettabili capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi anche se incerti, parzialmente guidati e limitatamente a tematiche e applicazioni in ambito disciplinare.

Sufficienti/discrete capacita' espositive e di argomentazione, chiarezza e proprietà di linguaggio.

Accettabili capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, che, se pur con qualche limite, possono consentire di affrontare gli studi successivi o l'attività professionale in modo sufficientemente autonomo.

**VOTO**

da 0 a 18

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO**

Livello complessivo: insufficiente.

Lo studente dimostra di aver non raggiunto i risultati di apprendimento minimi previsti per il corso, come di seguito dettagliato.

**CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE**

Insufficiente conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, con molti errori, inesattezze o gravi lacune

**CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE**

Insufficiente capacita' di applicazione delle proprie conoscenze, tali da non consentire di analizzare e risolvere i problemi proposti in modo accettabile; mancanza di autonomia ed efficacia nell'approccio ai problemi proposti.

**AUTONOMIA DI GIUDIZIO,ABILITA' COMUNICATIVE,CAPACITA' D'APPRENDIMENTO**

Limitate capacita' logiche e analitiche, incapacita' di orientarsi e formulare giudizi in ambito disciplinare.

	Carenti capacita' espositive e di argomentazione, scarsa chiarezza e proprieta' di linguaggio. Inadeguate capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, tali da non permettere di proseguire gli studi o affrontare l'attivita' professionale in modo sufficientemente autonomo.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula svolte dal docente, dagli studenti sia guidati dal docente sia in modo autonomo, singolarmente o in gruppo. Strumenti a supporto della didattica: lavagna ,gesso e spugnetta , computer e videoproiettore

## MODULO NEUTRONICA

*Prof. PIERLUIGI CHIOVARO*

### TESTI CONSIGLIATI

John R. Lamsrsh, 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.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50367-Ingegneria energetica e nucleare
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

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 sara, 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 sara' focalizzata al concetto' di criticita' e al problema del progetto di un reattore critico alla luce dei vari metodi teorici introdotti. In fine, sara' introdotta la teoria cinetica del reattore puntiforme.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Presentazione del corso, quadro di riferimento in cui si inserisce la neutronica.
4	Generalita' 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 continuita, 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 criticita' nella teoria ad un gruppo.
8	Introduzione ai concetti di densita' di rallentamento, letargia ed eta' di Fermi. Teoria del rallentamento in mezzi non assorbenti.
4	Teoria del rallentamento in mezzi assorbenti. Approssimazioni NR e NRIM, Moderazione con assorbimento in mezzi finiti.
4	Teoria della diffusione dei neutroni termici
4	Teoria del rallentamento continuo di Fermi, equazione di criticita' 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 criticita' per un sistema riflesso.

**MODULO  
FISICA MODERNA**

Prof. RICCARDO BURLON

**TESTI CONSIGLIATI**

F.Ciccacci, "Fondamenti di Fisica Atomica e Quantistica", 2012, Edises ISBN:9788879597159  
 D.J. Griffiths, " Introduzione alla meccanica quantistica", 2005, CEA ISBN: 9788808087478  
 P.Mazzoldi, Nigro, Voci, " FISICA vol.I ", Edises  
 P.Mazzoldi, Nigro, Voci, " FISICA vol.II ", Edises

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20927-Attività formative affini o integrative
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Conoscenza delle basi sperimentali e teoriche della fisica moderna. Applicare le conoscenze per la risoluzione di semplici problemi di fisica moderna utilizzando le relazioni fondamentali e i principi di conservazione.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
5	Richiami di fisica classica. Principi della termodinamica. Onde. Equazioni di Maxwell. Onde elettromagnetiche. Interferenza e diffrazione.
3	Richiami di teoria cinetica dei gas. Principio di equipartizione dell'energia. Calore specifico dei gas ideali e dei solidi. Elementi di fisica statistica classica. Statistica di Boltzmann.
6	Il principio di Relatività di Galileo L'esperimento di Michelson-Morley . Il Principio di relatività di Einstein. Conseguenze della teoria della Relatività ristretta. Le trasformazioni di Lorentz. Quantità di moto relativistica. Energia relativistica. Equivalenza tra massa ed energia. Elettromagnetismo e relatività. Cenni sulla teoria generale della relatività.
4	Le basi fondamentali della fisica moderna. Linee spettrali. Radiazione di corpo nero e modello di Planck. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Raggi X.
3	Evidenze sperimentali della struttura atomica della materia. Modelli atomici. Esperienza di Rutherford. Modello atomico di Bohr.
2	Proprietà corpuscolari della radiazione. Proprietà ondulatorie della materia. L'esperimento di Davisson e Germer. Principio di indeterminazione di Heisenberg
6	Meccanica quantistica. L'equazione di Schroedinger. Il formalismo della meccanica quantistica. Operatori. Autovalori ed autovettori. Osservabili. Notazione di Dirac. Interpretazione statistica della funzione d'onda. Particella libera. Evoluzione del pacchetto d'onda. Buche e barriere di potenziale. Effetto tunnel. Oscillatore armonico. Momento angolare. Spin. L'atomo di idrogeno
3	Interazione di fotoni e particelle cariche con la materia. Sezione d'urto. Effetto fotoelettrico. Diffusione Compton e coerente. Creazione di coppie
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
2	Richiami di fisica classica
4	Teoria della relatività.
4	Le basi fondamentali della fisica moderna.
4	Evidenze sperimentali della struttura atomica della materia. Proprietà corpuscolari della radiazione
8	Meccanica quantistica