

**Scheda Didattica**

<b>Corso integrato Apparecchiature dell'Area Radiologica e Controlli di Qualità (4 CFU)</b>			
<b>SSD</b>	<b>Modulo</b>	<b>Docente</b>	<b>CFU</b>
ING-INF/07	Misure elettriche ed elettroniche: affidabilità e controlli di qualità	Catini Alexandro	1
FIS/07	Principi fisici delle strumentazioni ed apparecchiature	Morone Maria Cristina	2
FIS/07	Fisica atomica e nucleare	Morone Maria Cristina	1

**Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi**

**Obiettivi formativi**

DELL' AREA RADIOLOGICA E CONTROLLI DI QUALITA' che comprende i settori scientifico disciplinari FIS/07 Fisica atomica e nucleare, FIS/07 Principi fisici delle strumentazioni e delle apparecchiature, ING/ Misure elettriche ed elettroniche, concorreranno all'acquisizione di nozioni di fisica delle onde e delle radiazioni utilizzate nel campo della diagnostica e della radioterapia e sul funzionamento di strumenti e macchinari utilizzati negli stessi ambiti.

In particolare, l'insegnamento del modulo di Fisica atomica e nucleare ha come obiettivo quello di fornire allo studente le conoscenze della fisica che regola i fenomeni che avvengono a livello microscopico tra la radiazione utilizzata nella diagnostica e la radioterapia ed i tessuti del paziente o i materiali di un rivelatore di particelle.

Nel modulo di principi fisici delle strumentazioni e delle apparecchiature sarà discusso il principio di funzionamento di alcune delle più moderne apparecchiature per la diagnostica per immagini e le caratteristiche costruttive e tecniche di questi macchinari.

Nel modulo di misure elettriche ed elettroniche vengono discussi elementi di elettromagnetismo, con particolare riferimento al funzionamento di semplici circuiti elettrici.

I risultati di apprendimento attesi sono coerenti con le disposizioni generali del Processo di Bologna e le disposizioni specifiche della direttiva 2005/36/CE. Si trovano all'interno del Quadro europeo delle qualifiche (descrittori di Dublino) come segue:

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare la conoscenza e comprensione dei principi fisici di base sui quali è fondato il funzionamento delle apparecchiature di diagnostica per immagini e radioterapia.

---

Dovrà inoltre conoscere le caratteristiche tecniche dei macchinari che andrà ad utilizzare nella sua futura attività lavorativa

---

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà essere in grado di far funzionare le apparecchiature studiate avendo compreso la relazione profonda tra i parametri di acquisizione o di irradiazione e le quantità fisiche.

---

**Autonomia di giudizio**

Lo studente dovrà acquisire la capacità di scelta delle più opportune modalità di utilizzo dei macchinari in funzione delle peculiarità sia fisiche che tecniche nelle situazioni cliniche in cui si troverà a dovere operare.

---

**Abilità comunicative**

Lo studente dovrà essere in grado di esporre in modo chiaro e con un appropriato linguaggio tecnico le conoscenze acquisite oggetto del corso integrato.

---

**Capacità di apprendimento**

Lo studente dovrà possedere le conoscenze multi-disciplinari fondamentali per la comprensione degli argomenti oggetto del corso integrato ed aver sviluppato la capacità di mantenersi aggiornato sulle tematiche più rilevanti mediante la lettura critica e comprensione di testi scientifici.

Concorrono al raggiungimento degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento attesi la partecipazione alle lezioni frontali e lo studio personale accompagnato da approfondimenti di argomenti specifici a livello individuale, selezionati su indicazione del docente. La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento avviene attraverso esami scritti e orali.

---

**Programmi**

**Misure elettriche ed elettroniche: affidabilità e controlli di qualità (1 CFU)**

---

---

**Principi fisici delle strumentazioni ed  
apparecchiature (2 CFU)**

---

**GENERATORI DI RAGGI X**

Composizione e principi di funzionamento dei tubi a raggi X: filamento, emissione di elettroni e corrente anodica. Anodo, macchia focale, effetto heel. Spettro dei raggi X : righe caratteristiche e componente continua. Effetti della tensione di alimentazione e della corrente di filamento sullo spettro. Filtrazione. Sfocature radiografiche dovute a radiazione primaria e secondaria. Griglie. Attenuazione dei fotoni e formazione dell'immagine radiografica. Mezzi di contrasto. Schermi intensificatori. Mammografia.

**RIVELATORI DI RADIAZIONI**

Logica di un sistema di rivelazione di radiazioni. Grandezze caratterizzanti i rivelatori: risoluzione spaziale ed energetica e loro definizioni, risoluzione temporale, sistemi paralizzabili e non, efficienza totale, geometrica, intrinseca.

Rivelatori a gas: principi di funzionamento della camera a ionizzazione, del contatore proporzionale e del contatore Geiger. Usi in campo medico. Rivelatori a stato solido e a scintillazione. Fotomoltiplicatori. Risposta di un rivelatore a una sorgente gamma monoenergetica e struttura dello spettro gamma.

**COMPUTED TOMOGRAPHY**

Limiti delle tecniche radiologiche e immagini tomografiche. Il principio fisico della TAC: determinazione dei coefficienti di attenuazione, unità Hounsfield, scale di grigio. La ricostruzione delle immagini: interpolazione, filtrazione e ricostruzione. Tecnica di ricostruzione iterativa e cenni sulla retroproiezione. La TAC spirale. Composizione del tomografo: sistema portapaziente, gantry, tubi per TC e loro caratteristiche, rivelatori ( a gas e a scintillazione) e loro posizionamento. TC multistrato e banchi di rivelatori. I generatori di tensione e i sistemi di elaborazione dati. Il pitch e la dose al paziente. Artefatti da volume parziale e da indurimento del fascio.

**APPARECCHIATURE PER LA MEDICINA NUCLEARE**

Immagini scintigrafiche planari e tomografiche (SPECT). La gammacamera: rivelatore, ricostruzione delle coordinate spaziali degli eventi, collimatori (a fori paralleli, pin-hole, divergenti) e loro caratteristiche. L'analisi energetica dello spettro gamma per la sottrazione del fondo e risoluzione energetica. Il percorso logico dei dati. Correzione per l'attenuazione e ricostruzione delle immagini.

Il principio della PET. Rivelatori, tomografo, acquisizioni 2D e 3D. Risoluzione spaziale e suoi limiti. Componenti della risposta del tomografo: eventi veri, random e di scatter. Correzione per i random e per lo scatter. Attenuazione e correzione per l'attenuazione: acquisizione trasmissiva e PET-TC. Fusione delle immagini.

---

**Fisica atomica e nucleare (1 CFU)**

---

**ONDE**

Fenomeni ondulatori e grandezze caratterizzanti le onde: ampiezza, lunghezza d'onda, frequenza, periodo, velocità. Onde trasversali e longitudinali. Trasporto di energia. Legge dell'attenuazione per onde sferiche.

---

---

Leggi dell' ottica geometrica: riflessione, rifrazione. Ottica ondulatoria: interferenza, diffrazione. Onde sonore e ultrasoniche. Effetto Doppler. Luce e spettro energetico delle onde elettromagnetiche.

#### INTRODUZIONE ALLA MECCANICA QUANTISTICA E MODELLI ATOMICI

La crisi della fisica classica e la vecchia teoria dei quanti: la radiazione di corpo nero e l'ipotesi di quantizzazione di Planck, l'effetto fotoelettrico e il comportamento corpuscolare della luce, modelli

atomici di Thomson e Rutherford. Gli spettri di emissione e assorbimento degli atomi e il modello di Bohr.

I fondamenti della meccanica Quantistica: comportamento delle particelle macroscopiche, delle onde e delle particelle microscopiche. Esperimento di Davisson e Germer e diffrazione degli elettroni. Principio di indeterminazione di Heisenberg. Dualismo onda-particella. Funzione d'onda e interpretazione probabilistica. Meccanica classica come caso limite della meccanica quantistica.

Gli atomi complessi e i numeri quantici. Configurazioni elettroniche, principio di esclusione di Pauli e tavola periodica.

---

#### Descrizione modalità e criteri di verifica dell'apprendimento

Le valutazioni potranno essere svolte sia in itinere che al termine del corso integrato. La metodologia sarà comunicata all'inizio delle lezioni insieme alla bibliografia e/o ai materiali didattici necessari alla preparazione per la valutazione finale.

- **Prova orale:** Verterà su domande inerenti i programmi di studio. Valuterà la capacità dello studente di aver acquisito le conoscenze relative ai contenuti degli insegnamenti e le loro integrazioni, e accerterà l'uso appropriato della terminologia.
- **Prova scritta:** Verterà sulle tematiche programmate degli insegnamenti che compongono il corso integrato.

La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:

**Non idoneo:** Scarsa o carente conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni dei contenuti richiesti; incapacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**18-20:** Appena sufficiente conoscenza e comprensione degli argomenti, con evidenti imperfezioni; appena sufficienti capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio; scarsa capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**21-23:** Sufficiente conoscenza e comprensione degli argomenti; sufficiente capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare con logica e coerenza i contenuti richiesti; sufficiente capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**24-26:** Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; discreta capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso i contenuti richiesti; discreta capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**27-29:** Buona conoscenza e comprensione dei contenuti richiesti; buona capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso i contenuti richiesti; buona capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

---

---

**30-30L:** Ottimo livello di conoscenza e comprensione dei contenuti richiesti con un'ottima capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso, innovativo e originale, i contenuti richiesti; ottima capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

---

### Testi adottati

Testi per principi fisici:

Compendio di Radiologia

Passariello-Simonetti

Idelson-Gnocchi

La fisica in medicina nucleare

Marengo,

Patron editore

Testi per fisica atomica e nucleare:

Fisica. Principi e applicazioni

Giancoli,

Casa Editrice Ambrosiana

Compendio di Radiologia

Passariello-Simonetti

Giancoli, paragrafi 11-7, 11-8, 11-9, 11-11, 11-13, 12-1, 12-8, 22-5, 24-3.

Dispense del docente sull' Introduzione alla Meccanica Quantistica,

Giancoli, paragrafi da 28-5 a 28-8.

Giancoli, paragrafi da 30-1 a 30-8.

Dispense del docente sui Metodi di produzione di radioisotopi.

Passariello, paragrafo 1.6 e capitolo 2.

Slides delle lezioni in aula.

---

### Modalità

#### Prerequisiti

Sono richieste conoscenze di matematica di base, che lo studente dovrebbe avere acquisito nella scuola secondaria.

E' inoltre prerequisito il superamento del corso di fisica generale e la conoscenza delle grandezze fisiche ivi trattate nonché dei principi di conservazione.

---

#### Svolgimento

Lezioni teoriche con presenza attestata da fogli firma.

---

---

**Frequenza**

Frequenza obbligatoria di almeno il 75% del monte ore complessivo.

---

**Riferimenti e contatti**

**Docente**

**Contatto**

Ricevimento docenti da concordare via e-mail, direttamente con il docente stesso. Qualora lo studente non fosse in possesso dell'indirizzo e-mail del docente, può richiederlo via e-mail all'indirizzo di posta elettronica:  
[laureatriennaletorvergata@gmail.com](mailto:laureatriennaletorvergata@gmail.com)

**Ricevimento:** ciascun docente riceve gli studenti su appuntamento.