

**Fisica Applicata**  
**corso integrato di Radiobiologia e Radioprotezione**

<b>Codice Disciplina :</b> MS0104 <b>Codice Corso integrato :</b> MS0065	<b>Settore :</b> FIS07	<b>N° CFU:</b> 2
<b>Docente:</b> Michele Arneodo	<b>Ore :</b> 20	<b>Corso di Laurea:</b> Tecniche di Radiologia Medica per Immagini e Radioterapia  <b>Anno :</b> I <b>Semestre :</b> II

### Obiettivo del modulo

- 1) Fornire le basi dell'elettromagnetismo.
- 2) Illustrare i meccanismi della interazione di particelle cariche, raggi X, raggi gamma e neutroni con la materia.
- 3) Fornire i concetti di base della Radioprotezione fisica.

### Conoscenze e abilità attese

Il contenuto del corso di fisica.

### Programma del corso

- 1) Le basi dell'elettromagnetismo
  - o) Carica elettrica. Legge di Coulomb. Campo elettrico, linee di campo. Energia potenziale elettrostatica. Potenziale elettrico. Elettrovolto. Relazione tra campo e differenza di potenziale. Scarica elettrica. Dipolo elettrico; momento di dipolo elettrico; comportamento di un dipolo elettrico in un campo elettrico.
  - o) Conduttori e isolanti. Polarizzazione di un dielettrico. Conduttore in un campo elettrico. Capacità elettrica; condensatori; effetto di un dielettrico; condensatore a facce piane e parallele; condensatori in serie e parallelo; energia immagazzinata in un condensatore.
  - o) Corrente elettrica, resistenza, legge di Ohm. Conduttori ohmici e non; il diodo. Soluzioni elettrolitiche; mobilità degli ioni. Potenza dissipata in una resistenza, effetto Joule; Wh. Resistenze in serie e in parallelo. Circuiti in corrente continua e in corrente alternata. Tensione e corrente efficaci. Reti elettriche; impianti di terra.
  - o) Effetti della corrente sul corpo umano.
  - o) Campo magnetico. Legge di Lorentz. Forza su un filo percorso da corrente. Legge di Biot-Savart. Campo generato da un filo rettilineo. Campo generato da una spira circolare. Solenoide. Dipolo magnetico, momento di dipolo magnetico. Comportamento di dipolo magnetico in un campo magnetico. Materiali magnetici; calamite e bussole. Cenni al funzionamento di ciclotrone e sincrotrone. Cenni al funzionamento del linac.
  - o) Flusso del campo magnetico. Legge di Faraday-Lenz. Generatori elettrici; trasformatori. Onde elettromagnetiche. Antenne.

## 2) Fisica delle radiazioni

o) Cenni ai concetti di base della meccanica quantistica. Cenni alla struttura dell'atomo e del nucleo.

o) Cenni ad alcuni concetti di meccanica relativistica: costanza della velocità della luce in tutti i sistemi di riferimento, velocità della luce come massima possibile, equivalenza massa-energia, dilatazione dei tempi, contrazione delle distanze.

o) Generazione di raggi X. Tubo a raggi catodici; radiazione di frenamento e spettro continuo; righe caratteristiche. Distribuzione angolare per bersaglio sottile. Relazione tra corrente e tensione in un tubo a raggi X. Alimentazione di un tubo a raggi X, raddrizzamento, concetto di voltaggio di picco. Raffreddamento dell'anodo, anodo rotante. Curva di carico.

o) Struttura del nucleo atomico. Isotopi e isobari. Interazione nucleare forte e interazione nucleare debole. Radioattività. Decadimenti alfa, beta-, beta+, gamma e relativi esempi. Legge del decadimento radioattivo; legame tra semivita e vita media. Attività e sue unità di misura: Becquerel e Curie. Legame tra attività iniziale e numero iniziale di nuclei. Principi fisici di PET e SPECT.

o) Interazione radiazione-materia:

(i) concetto di sezione d'urto;

(ii) interazione di particelle cariche pesanti (protoni, nuclei) con la materia; potere frenante; formula di Bethe-Bloch; range; picco di Bragg. Spessore espresso in  $\text{g/cm}^2$ ;

(iii) interazione di elettroni e positroni con la materia; radiazione di frenamento; lunghezza di radiazione; energia critica;

(iv) diffusione multipla;

(v) interazione di fotoni con la materia:

- coefficiente lineare di assorbimento;

- effetto fotoelettrico: dipendenza della sezione d'urto da energia e numero atomico; distribuzione angolare dei fotoelettroni; K-edge;

- effetto Compton: dipendenza della sezione d'urto da energia e numero atomico; distribuzione dell'energia degli elettroni diffusi; distribuzione angolare di elettroni e fotoni diffusi;

- creazione di coppie: dipendenza della sezione d'urto da energia e numero atomico; distribuzione angolare di elettrone e positrone.

(vi) interazione di neutroni con la materia.

o) Principi fisici alla base della risonanza magnetica nucleare: spin del protone, effetto di un campo magnetico sullo spin; frequenza di Larmor; spin-flip; rilassamento.

o) Cenni su ultrasuoni e principi fisici dell'ecografia.

## 3) Radioprotezione fisica

o) Capacità di penetrazione delle radiazioni nei tessuti.

o) Costante gamma specifica, fluenza, intensità di fluenza, fluenza di energia, intensità di fluenza di energia. Energia media necessaria per creare una coppia di ioni.

Grandezze dosimetriche: energia ceduta in un dato volume, dose assorbita, kerma, esposizione, dose equivalente, dose efficace, dose impegnata.

o) Sorgenti di irradiazione esterna, naturali e artificiali. Dosi tipiche in vari tipi di esami.

o) Principi della radioprotezione: giustificazione, ottimizzazione, limitazione della dose individuale.

Direttive ICRP. Limiti secondo la legislazione italiana per lavoratori professionalmente esposti e per la popolazione. Esperto qualificato; classificazione delle zone; classificazione dei lavoratori; sorveglianza medica. Esposizione a sorgenti naturali di radiazione.

Direttiva ICRP 103 2007.

o) Schermature: per particelle cariche, per fotoni (buona e cattiva geometria, monoenergetici e non), per neutroni.

o) Effetti biologici dei campi magnetici statici e variabili nel tempo; radiofrequenze. Legislazione corrispondente. Linee guida ICNIRP.

## **Esercitazioni**

## **Attività a scelta dello studente**

## **Supporti alla didattica in uso alla docenza**

## **Strumenti didattici**

## **Materiali di consumo previsti**

## **Eventuale bibliografia**

V. Monaco, R. Sacchi, A. Solano, "Elementi di Fisica", McGrawHill

J. Kane, M. Sternheim, "Fisica Applicata", EMSI

D. Scannicchio, "Fisica Biomedica", Edises

J.E. Coggle, "Effetti biologici delle radiazioni", Minerva Medica

U. Amaldi, "Fisica delle Radiazioni", Boringhieri

R. Passariello, "Radiologia - Elementi di tecnologia", Idelson-Gnocchi

J.R. Greening, "Fundamentals of Radiation Dosimetry", Taylor & Francis

H.E. Johns, J.R. Cunningham, "The Physics of Radiology", C. C. Thomas Publisher

R.A. Fosbinder, C.A. Kelsey, "L'immagine radiologica", McGraw Hill

M. Pelliccioni, "Fondamenti fisici della radioprotezione", Pitagora Editrice

C. Bigini, "Radiobiologia e radioprotezione", Piccin

C. Polvani, "Elementi di radioprotezione", ENEA

### **Verifica dell'apprendimento**

Esame scritto e orale.