



UNIVERSITÀ DI PISA

DOSIMETRIA

MARIA GIUSEPPINA BISOGNI

Anno accademico	2019/20
CdS	FISICA
Codice	198BB
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
DOSIMETRIA	FIS/07	LEZIONI	36	MARIA GIUSEPPINA BISOGNI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso di dosimetria presenta una introduzione alla dosimetria delle radiazioni ionizzanti. In esso vengono illustrati concetti quali l'equilibrio di radiazione, l'equilibrio delle particelle cariche, il teorema di reciprocità e la teoria delle cavità applicata a semplici calcoli di dose.

Modalità di verifica delle conoscenze

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle prove in itinere utilizzando test e/o incontri tra il docente e il gruppo di studenti che sviluppa il progetto
- La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione dell'elaborato scritto previsto all'inizio di ogni sessione d'esame

Capacità

alla fine del corso lo studente sarà in grado di eseguire semplici calcoli di dose in applicazioni di interesse radioprotezionistico, radiodiagnostico e radioterapeutico

Modalità di verifica delle capacità

verranno svolti esercizi numerici in classe

Comportamenti

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche radioprotezionistiche connesse con il rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti

Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le sessioni di esercitazione saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- elementi di interazione radiazione-materia
- introduzione al funzionamento di rivelatori di radiazione ionizzante

Indicazioni metodologiche

- lezioni frontali
- esercitazioni numeriche

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1) Nozioni di base per la dosimetria

- Le radiazioni ionizzanti (definizione e classificazione), le radiazioni ionizzanti presenti nell'ambiente e quelle di uso medico, le sorgenti naturali di radiazione (raggi cosmici, radioattività terrestre) e quelle artificiali (macchine e radioisotopi).
- Le grandezze fisiche che caratterizzano il campo di radiazione: fluenza di particelle, fluenza di energia, energia radiante, radianza.
- I coefficienti d'interazione della radiazione direttamente e indirettamente ionizzante con un mezzo:



UNIVERSITÀ DI PISA

- coefficiente di attenuazione, di trasferimento di energia e di assorbimento di energia per la radiazione indirettamente ionizzante (fotoni e neutroni);
- potere frenante (elettronico e radiativo) per la radiazione direttamente ionizzante (particelle cariche);
- potere frenante ristretto e LET.
- Energia media per formare una coppia di ioni.
- Cammino libero medio e lunghezza di radiazione.
- Le grandezze dosimetriche di base: la dose assorbita, il kerma e l'esposizione.
- L'equivalente di dose come conseguenza della diversa efficacia biologica della radiazione (ad alto e basso LET).
- L'equilibrio delle particelle cariche (CPE).
- Correlazioni fra le grandezze dosimetriche in condizioni di CPE: relazioni fra dose assorbita, kerma ed esposizione, relazione fra dose assorbita e fluenza in funzione dei coefficienti di kerma (per neutroni).
- La radioattività: i modi di decadimento e l'attività dei radionuclidi (cenni sulle famiglie radioattive e sulle reazioni di attivazione). La costante del rateo di esposizione e di kerma in aria.
- Il coefficiente di taratura di un sistema di misura, misure assolute e misure relative, i campioni di misura e il ruolo del sistema metrologico nella dosimetria.

2) Dosimetria in radioprotezione

- Condizioni di irradiazione esterna e di irradiazione interna.
- Le grandezze radioprotezionistiche: dose efficace, dose equivalente.
- Monitoraggio di area e individuale (irradiazione esterna).
- Le grandezze dosimetriche operative per il monitoraggio di area e individuale: equivalente di dose ambientale, direzionale e personale.
- Metodi dosimetrici in radioprotezione:
 - caratteristiche generali di uno strumento di misura da usare per dosimetria ambientale o per dosimetria individuale (sensibilità, linearità, efficienza per radiazioni di diverso tipo);
 - la risposta di un dosimetro e la sua dipendenza dalla direzione e dall'energia della radiazione;
 - tipi di taratura dei dosimetri per la misura delle diverse grandezze operative
 - i rivelatori per la dosimetria in radioprotezione: rivelatori a gas (camere a ionizzazione, contatori proporzionali, contatori G-M), rivelatori a scintillazione, a semiconduttore, a tracce, a termoluminescenza, a radiofotoluminescenza, a luminescenza otticamente stimolata, a bolle surriscaldate.
- Metodi di misura dell'attività dei radionuclidi nelle situazioni di irradiazione interna (inalazione e ingestione di radionuclidi):
 - spettrometria gamma e alfa con semiconduttori e scintillatori, sistemi a scintillatori liquidi per radiazione beta, sistemi di misura del radon, misura della contaminazione al corpo intero "whole body counter").
- Conversione da attività a: equivalente di dose, dose efficace, dose equivalente.

3) Dosimetria in radioterapia e in radiodiagnostica

- Generalità sulle sorgenti di radiazione in radioterapia e radiodiagnostica:
 - irradiator con Co-60, acceleratori lineari e circolari di elettroni, protoni e ioni pesanti;
 - sorgenti e impianti per brachiterapia, macchine a raggi x.
- Caratterizzazione dei campi di radiazione in radioterapia e radiodiagnostica:
 - analisi delle diverse modalità di assorbimento dei fasci di fotoni, elettroni e particelle cariche pesanti in funzione della profondità nel mezzo (curve di PDD in acqua);
 - gli indicatori della qualità della radiazione per fasci di fotoni (HVL e TPR 20/10);
 - gli indicatori della qualità della radiazione per fasci di elettroni, protoni e ioni pesanti (R50 e Rres).
- Determinazione della dose assorbita in acqua in fasci di fotoni e di particelle cariche:
 - teoria della cavità di Bragg-Gray (B-G);
 - l'effetto dei raggi delta e la revisione di Spencer-Attix (S-A) della teoria di B-G - determinazione del rapporto dei poteri frenanti acqua-aria secondo S-A.
- Le camere a ionizzazione a cavità: camere sferiche/cilindriche e camere a elettrodi piani paralleli.
- Misura della dose assorbita in acqua (Dw) con camere a ionizzazione a cavità:
 - espressione di Dw con camere a cavità tarate in termini di kerma in aria ("approccio NK o ND_a"), analisi degli effetti di perturbazione causati dalla camera nel mezzo omogeneo (l'acqua);
 - fattori correttivi nelle misure di carica con camere a ionizzazione dovuti a: effetto della ricombinazione ionica generale e iniziale, effetto di polarità, effetto della temperatura, pressione e umidità dell'aria;
 - espressione di Dw e analisi dei fattori di perturbazione con camere a cavità tarate in termini di Dw ("approccio ND_w").
- Caratteristiche dei sistemi di misura complementari per la dosimetria in radioterapia e radiodiagnostica:
 - dosimetri termoluminescenti, film radiocromici, dosimetri a ESR, diodi a stato solido (silicio, diamante).
- Determinazione della dose assorbita in acqua (Dw) in brachiterapia:
 - espressione e calcolo di Dw nell'uso di sorgenti solide;
 - caratterizzazione delle sorgenti (rateo di kerma in aria di riferimento e rateo di dose assorbita di riferimento) per il calcolo di Dw,
 - cenni sulla determinazione di Dw nell'uso di sorgenti liquide (dosimetria interna per la radioterapia metabolica);
 - problemi nella misura di distribuzioni di dose in fantoccio in brachiterapia.
- Generalità sulla dosimetria nella radiodiagnostica con raggi x: grandezze di riferimento (kerma incidente, prodotto kerma-area, indici per la TC, ecc.) e loro conversione in dose efficace.
- I protocolli internazionali per la dosimetria in radioterapia e in radiodiagnostica: loro ruolo e importanza per contenere entro limiti accettabili l'incertezza nelle misure dosimetriche.
- Cenni sui principali sistemi di misura campione basati su metodi ionimetrici, calorimetrici e di conteggio di particelle.



UNIVERSITÀ DI PISA

Bibliografia e materiale didattico

- Laitano R. F. *Fondamenti di Dosimetria delle Radiazioni Ionizzanti* - III edizione, ENEA, Roma 2013.
- Attix F. H., *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*, John Wiley & Sons, 1986.
- Podgorsak E. B. (Ed.), *Radiation Oncology Physics, A Handbook for Teachers and Students*, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005.
- Khan F. M., *The Physics of Radiation Therapy*, Lippincott Williams & Wilkins – Wolters Kluwer, Baltimore-Philadelphia, 2010.

Modalità d'esame

Elaborato scritto e colloquio orale

Ultimo aggiornamento 03/10/2019 12:37