

**Titolo della tesi:** Allestimento e test della camera per misure IBA in vuoto al LABEC

**Laureando:** Michelangelo Biondi

**Relatore:** Dott. Massimo Chiari

**Riassunto:**

Le tecniche di analisi con fasci di ioni (IBA, *Ion Beam Analysis*) sono tecniche efficienti, non distruttive e non invasive per lo studio quantitativo della composizione di materiali di interesse in diversi settori (scienza dei materiali, beni culturali, ambiente ...). I campioni da analizzare sono utilizzati come bersagli per un fascio di ioni accelerati prodotti da acceleratori di particelle di bassa energia e la loro composizione e il profilo di concentrazione degli strati superficiali vengono misurati analizzando in energia i prodotti dell'interazione (particelle cariche, raggi X, raggi  $\gamma$ ). In particolare, nel caso si utilizzi un fascio di protoni, la PIXE (*Particle Induced X-ray Emission*) permette la rivelazione di tutti gli elementi con  $Z > 10$ , ma non dà informazioni sui profili di concentrazione, mentre la EBS (*Elastic Backscattering Spectroscopy*) e la PESA (*Particle Elastic Scattering Analysis*) forniscono i profili di concentrazione e sono più sensibili per elementi leggeri come C, N, O (per la EBS) e H (per la PESA, nel caso di campioni sottili). Appare chiaro che se queste tre metodologie di analisi venissero applicate contemporaneamente in modo sinergico sarebbe possibile ricavare informazioni le più complete possibili sulla concentrazione di tutti gli elementi e sulla struttura stratigrafica del campione, effettuando quindi quelle che vengono definite misure di "IBA totale".

Per rispondere a questa necessità, sulla linea di fascio a  $+30^\circ$  dell'acceleratore Tandetron da 3 MV del laboratorio LABEC della Sezione INFN di Firenze è stata installata una nuova camera di scattering per misure IBA in vuoto. La camera è dotata di 4 rivelatori di particelle (3 montati ad angoli all'indietro per la EBS e uno montato in avanti, a  $45^\circ$ , per la PESA) e di due rivelatori di raggi X, un SDD e un Si(Li), per la PIXE. Ulteriori rivelatori possono essere poi facilmente aggiunti per ampliare la gamma di tecniche IBA utilizzabili. I campioni da analizzare sono montati su particolari ruote di supporto che consentono il posizionamento dei campione sotto fascio e la loro scansione durante la misura. In questo lavoro di tesi mi sono occupato dell'allestimento della camera, della progettazione del sistema di rivelazione e dell'ottimizzazione delle sue prestazioni, trovando soluzioni a vari problemi tecnici che sono sopraggiunti. L'allestimento della nuova camera di scattering, risultata alla fine di questo lavoro estremamente completa e flessibile, rappresenta un notevole passo avanti nelle capacità analitiche del LABEC, permettendo ora di svolgere misure IBA in vuoto con varie tecniche simultaneamente su una vasta gamma di campioni.

Data la complessità degli spettri raccolti è fondamentale utilizzare programmi di analisi dati per poter ottenere informazioni quantitative tramite misure IBA. Per analizzare in maniera consistente gli spettri EBS, PESA e PIXE si è rivelato necessario impiegare un software di ultima generazione: *IBA Data Furnace*. Questo programma è di non banale utilizzo e al momento la sua diffusione presso i vari laboratori che svolgono analisi IBA è limitata proprio dalla sua estrema complessità. I vari modelli implementati e le numerose opzioni disponibili devono essere ben compresi e padroneggiati per ottenere soluzioni fisicamente ragionevoli. Parte cospicua di questo lavoro è stata proprio dedicata allo studio e alla comprensione di questo programma di analisi.

Come banco di prova delle potenzialità analitiche della camera di scattering sono state effettuate una serie di misure preliminari EBS, PESA e PIXE su campioni di varia natura, standard certificati o reali. Sono stati analizzati sia campioni di particolato atmosferico raccolti sui filtri più comuni, Nuclepore e Teflon, sia campioni spessi di interesse nei campi della scienza dei materiali e dei beni culturali (chip di silicio e InP, impiantati con ioni o coperti con evaporazioni sottili, leghe metalliche). I risultati ottenuti sono soddisfacenti; in particolare nell'analisi dei campioni di particolato atmosferico, le analisi PIXE, EBS e PESA effettuate simultaneamente hanno fornito per i vari elementi concentrazioni in accordo con quanto misurato precedentemente al LABEC utilizzando *set-up* di misura differenti per le varie tecniche.