

ALESSIA FANTINI

nata a Roma nel 1971

1997 Laurea in Fisica, Università di Roma Tor Vergata

2001 Dottorato in Fisica, Università di Ferrara

2001-2007 Assegnista, Università di Roma Tor Vergata/INFN sez. Roma Tor Vergata

2007 Vincitrice di concorso da ricercatore, Dipartimento di Fisica, Università di Roma Tor Vergata

## CAMPI DI RICERCA

FISICA ADRONICA: studio di risonanze barioniche attraverso la fotoproduzione di mesoni scalari e vettori con fasci e bersagli polarizzati negli intervalli di energia: 0.2-0.5 GeV (esperimento LEGS); 0.5-1.6 GeV (esperimento GRAAL); 0.7-2.8 GeV (esperimento BGO-OD).

La descrizione dei nucleoni come sistemi composti da quark interagenti prevede l'esistenza di una serie di stati eccitati del nucleone stesso, ciascuno caratterizzato da una massa, una larghezza, numeri quantici definiti e meccanismi di eccitazione e decadimento specifici. Non essendo possibile nella scala tipica delle energie del nucleone, un approccio perturbativo della teoria di QCD, sono stati sviluppati diversi modelli fenomenologici per descrivere lo spettro degli stati eccitati del nucleone, basati su differenti descrizioni dei gradi di libertà interni del nucleone stesso.

Le osservabili più significative per verificare la validità di un modello non sono però rappresentate dalle energie di eccitazione e dai numeri quantici degli stati eccitati stessi, ma piuttosto dalle ampiezze di transizione tra stati eccitati e stato fondamentale, accessibili attraverso la fotoproduzione di mesoni.

L'utilizzo in particolare di fasci e/o bersagli polarizzati (anche in combinazione con tecniche di polarimetria di rinculo) per le risonanze di fotoproduzione sui nucleoni, consente di accedere alle osservabili di singola e doppia polarizzazione.

Tali osservabili permettono (attraverso l'interferenza tra i multipoli associati ai diversi stati eccitati che contribuiscono alla reazione) di evidenziare il contributo delle risonanze non dominanti che, risultano difficilmente separabili negli spettri di sezione d'urto totale, a causa della forte sovrapposizione con le risonanze vicine.

Fasci di fotoni polarizzati ed etichettati in energia possono essere prodotti per retrodiffusione Compton di un fascio laser sugli elettroni ultrarelativistici circolanti in un anello di accumulazione (GRAAL, LEGS) o per "bremsstrahlung" coerente prodotto da un fascio di elettroni ultrarelativistici che attraversano un radiatore cristallino (diamante) (esperimento BGO-OD).

L'attività di ricerca della dr.ssa Fantini si è sviluppata in larga parte nello studio delle risonanze barioniche mediante la fotoproduzione di mesoni, ( $\eta$ ,  $\pi$ ,  $\omega$ ,  $K^*$ ) in idrogeno e deuterio. A questo scopo ha utilizzato i fasci di fotoni polarizzati ed etichettati, GRAAL (1995-1997; 2001-2008) e LEGS. (2001-2006)

Il fascio polarizzato dell'esperimento Graal, che ha operato presso l'ESRF (anello di elettroni a 6.04 GeV) di Grenoble e che ha terminato la sua attività a dicembre del 2008, forniva raggi gamma etichettati con un'energia compresa tra 600 e 1560 MeV, mentre il fascio LEGS, che ha operato presso l'anello NSLS (elettroni a 2.8 GeV) di BNL e che ha terminato la sua attività nel 2006, forniva raggi gamma etichettati con un'energia compresa tra 180 e 475 MeV ed utilizzava un bersaglio di HD solido polarizzato.

Attualmente la dr.ssa Fantini è impegnata nella realizzazione di un nuovo apparato sperimentale a grande angolo solido, che si avvarrà di un fascio di fotoni polarizzato ed etichettato, ottenuto per bremsstrahlung coerente, presso la linea S dell'acceleratore ELSA (elettroni da 3.2 GeV) di Bonn.

FISICA MEDICA: (1997-2001): sviluppo di nuove tecnologie per Imaging Tomografico e

Radiologico.

## ATTIVITÀ SCIENTIFICA PROGETTO MAMBO(2008-)

La dr.ssa Fantini è una dei proponenti di un nuovo progetto, con sigla MAMBO, finalizzato allo studio di risonanze nucleoniche con fotoproduzione di mesoni scalari e vettoriali e di particelle con stranezza, con fasci e/o bersagli polarizzati nella regione energetica 0.7-2.8 GeV. Tale progetto, approvato a settembre 2008 dalla CSNIII dell'INFN, si articola su due linee:

1) collaborazione con l'esperimento BGO-OD sulla beamline S di ELSA (Bonn), con inizio del "commissioning" previsto per novembre 2010,

2) collaborazione con l'esperimento CB@MAMI (Mainz), con fine presa dati 2010

Il fascio di Bremsstrahlung (coerente o incoerente) sulla beam-line S di ELSA (elettroni da 3.2 GeV) consiste raggi gamma etichettati di energia compresa tra 0.7 e 2.8 GeV.

L'apparato sperimentale della linea S sarà composto da:

- uno spettrometro magnetico nella regione in avanti ottimizzato per la rivelazione di particelle cariche e la determinazione del loro impulso;
- un calorimetro elettromagnetico costituito da 480 cristalli di BGO che coprirà la regione angolare polare centrale ( $25^\circ$ - $155^\circ$ ), ottimizzato per la rivelazione di fotoni con ottima risoluzione energetica e la rivelazione di neutroni con elevata efficienza;
- un cilindro a scintillatori interno al calorimetro per la discriminazione di protoni e pioni;
- due camere a fili proporzionali cilindriche, interne al cilindro di scintillatori per il tracciamento delle particelle cariche
- un bersaglio liquido di H<sub>2</sub> o D<sub>2</sub>;
- un rivelatore di tempo di volo per particelle cariche e neutre, che coprirà la regione angolare compresa tra  $10^\circ$  e  $25^\circ$

Lo spettrometro magnetico sarà composto da:

- due rivelatori a fibre scintillanti necessari per il tracciamento delle particelle cariche prima del passaggio nel campo magnetico;
- un dipolo magnetico, già installato presso la linea;
- due set di quattro doppi strati di camere a deriva (X,Y,UV) per il tracciamento delle particelle cariche dopo il passaggio attraverso il dipolo;
- un rivelatore Cerenkov ad aerogel, per migliorare la discriminazione di particelle cariche ad elevato impulso;
- un rivelatore di tempo di volo costituito da quattro muri di barre scintillanti.

Nell'ambito di questo esperimento, la dr.ssa Fantini è e sarà impegnata, con ruolo di alta responsabilità nelle seguenti attività:

1.installazione, in fase avanzata, a Bonn del calorimetro di BGO ( lo stesso utilizzato presso l'esperimento GRAAL) e del rivelatore cilindrico a scintillatori;

2.sviluppo del relativo sistema di acquisizione e calibrazione;

3.attività di presa dati e analisi, per lo studio di osservabili di singola polarizzazione nella fotoproduzione di mesoni scalari ( $\eta$ ,  $\eta'$ ,...), mesoni vettoriali ( $\omega$ ,  $\rho$ ,  $\phi$ ) e di mesoni e adroni con stranezza (K-Lambda, K-Sigma, K-Lambda(1405),...) nell'intervallo di energie del fotone incidente comprese tra 0.7 e 2.8 GeV.

## ESPERIMENTO GRAAL(1995-1997,2001-2008)

L'esperimento GRAAL è finalizzato allo studio delle risonanze barioniche nell'intervallo di energia 1420-1950 MeV mediante la fotoproduzione di mesoni scalari e vettoriali e di particelle con stranezza. Nell'esperimento GRAAL l'energia dei singoli fotoni viene determinata misurando la posizione degli elettroni corrispondenti in un rivelatore a scintillatori plastici e micro-strip di silicio. La polarizzazione del laser viene trasmessa quasi interamente al fascio di fotoni retrodiffuso; pertanto variando la polarizzazione del laser incidente si cambia

automaticamente anche quella del fascio di fotoni gamma. Nel corso di ogni singola presa dati vengono acquisiti in modo alternato periodi con il fascio polarizzato orizzontalmente e verticalmente e periodi in cui si acquisiscono solo fotoni prodotti dalla Bremsstrahlung degli elettroni sul gas residuo nell'anello, in assenza del fascio laser.

In questo modo, l'esperimento consente la misura dell'asimmetria di fascio nella fotoproduzione di mesoni. Il fascio di fotoni incide su un bersaglio di idrogeno o deuterio liquido e i prodotti finali della reazione vengono rivelati da un apparato complesso a grande angolo solido.

Nella parte centrale, il rivelatore è costituito da: un calorimetro elettromagnetico di BGO, un cilindro di scintillatori plastici, due camere a fili cilindriche.

Esso permette la rivelazione di fotoni con elevata risoluzione energetica, la discriminazione di protoni da pioni, la rivelazione di protoni e pioni con buona risoluzione angolare e la determinazione dell'energia di protoni sino ad un'energia di circa 300 MeV.

Nella direzione in avanti, il rivelatore è formato da: due camere a fili piane(xy,uv), un doppio muro di scintillatori plastici a barre orizzontali e verticali, un calorimetro piano costituito da piombo e barre di scintillatori.

Esso permette la discriminazione e la rivelazione con buona risoluzione angolare di protoni e pioni, la discriminazione di fotoni e neutroni e la determinazione dell'energia dei protoni e dei neutroni mediante misure di tempo di volo.

Il flusso del fascio è determinato per ogni energia mediante un monitor a scintillatori plastici ed un rivelatore a fibre scintillanti e piombo.

--Tesi di Laurea (1995-1997) Università di roma "Tor vergata"

Il lavoro della dr.ssa Fantini, durante il periodo di tesi, svolto nell'ambito dell'esperimento GRAAL, si è concentrato sulla progettazione di un rivelatore Čerenkov in grado di discriminare gli elettroni ed i positroni ultrarelativistici da pioni ed altre particelle adroniche ad elevato impulso, al fine di eliminare i fondi elettromagnetici.

--(2001-2008)

La dr.ssa Fantini, tornata a lavorare presso l'esperimento GRAAL dopo aver conseguito il dottorato, è stata e/o è tuttora:

-responsabile insieme alla dr.ssa Di Salvo dello sviluppo degli algoritmi di ricostruzione delle tracce delle particelle cariche e neutre nel rivelatore e di ricostruzione dei segnali forniti da più particelle cariche.

L'utilizzo di questi algoritmi ha aumentato del 10% la statistica degli eventi ad una traccia ed ha permesso la ricostruzione di eventi a due e tre tracce; eventi che rappresentano rispettivamente il 50% ed il 7-8% di quelli ad una traccia.

È stato inoltre possibile ottenere già in fase di pre-analisi una "mappa" completa, evento per evento, dei segnali di particelle cariche e neutre ed i segnali dubbi, con le informazioni sulle variabili ad essi associate (energia,  $dE/dx$ , angoli etc.).

Questo tipo di "mappatura" si è reso particolarmente utile nell'analisi di dati sul deuterio, caratterizzati da una maggior complessità dello stato finale, permettendo una chiara preselezione degli eventi su neutrone o su protone.

-responsabile del sistema del laser (laser classe IV), per la produzione del fascio gamma dell'esperimento GRAAL attraverso la focalizzazione, con un sistema ottico opportuno, di un fascio laser (con linea verde o UV) sugli elettroni circolanti nell'anello dell'ESRF (a circa 40 metri di distanza dal banco ottico);

-responsabile della determinazione del grado di polarizzazione di tale fascio con misure di polarizzazione specifiche;

-responsabile, insieme alla dr.ssa Di Salvo, dell'analisi dei dati su bersaglio di deuterio per la fotoproduzione di eta su neutrone con la quale sono stati estratti i primi risultati mondiali di asimmetria di fascio.

Tali risultati sono stati presentati in diverse conferenze e sono stati pubblicati nel seguente

articolo: "First measurement of Sigma beam asymmetry for eta photoproduction on the neutron", A. Fantini R. Di Salvo et al., Phys.Rev C 78 -015203- (2008).

La discrepanza osservata tra il comportamento delle asimmetrie su protone e su neutrone per energie del fotone superiori ad 1 GeV rappresenta, per i teorici, un argomento di dibattito e merita di essere studiata anche ad energie del fotone superiori a 1.6 GeV

-responsabile, insieme alla dr.ssa Di Salvo, dell'analisi dei dati su bersaglio di deuterio per la fotoproduzione di pi0 su neutrone con la quale sono stati estratti i primi risultati mondiali di asimmetria di fascio. Tali risultati sono stati presentati in diverse conferenze e sono descritti nel seguente articolo: "Measurement of sigma beam asymmetry in pi0 photoproduction off the neutron in the second and the third resonances region", R. Di Salvo, A. Fantini et al. Eur.Phys.J. A 42; p. 151-157 (2009).

L'andamento dell'asimmetria su neutrone (molto differente da quella su protone per energie superiori a 1 GeV) ha portato ad ipotizzare il contributo alla reazione di una risonanza di tipo P11 di massa 1700 MeV e larghezza 70 MeV.

-responsabile dell'analisi per la ricerca degli stati esotici a 5 quark ed in particolare dello stato P11 dell'antidecupletto barionico, che dovrebbe essere accessibile attraverso la reazione:  $\gamma + n \rightarrow \eta + n$ .

-responsabile dell'analisi per l'estrazione delle sezioni d'urto differenziali e totali di fotoproduzione di eta e pi0 su protone e neutrone quasi-liberi.

-co-responsabile, insieme ad altri membri della collaborazione, di tutte le procedure di preparazione e messa a punto dell'apparato necessarie alla ripartenza di ogni nuovo periodo di acquisizione.

Durante i periodi di presa dati, grazie all'esperienza acquisita ed alla profonda conoscenza dell'intero apparato la dr.ssa Fantini ha svolto un ruolo di coordinazione e controllo dell'apparato sperimentale e delle procedure di acquisizione dati.

ESPERIMENTO LEGS(2002-2008)

La dr.ssa Fantini ha collaborando all'esperimento LEGS, situato presso il Brookhaven National Laboratory, nell'ambito del programma LEGS-SPIN.

Grazie alla polarizzazione dei fotoni e ad un bersaglio polarizzato di a spin congelato, l'esperimento LEGS ha permesso uno studio approfondito della prima risonanza pione-nucleone (Delta33) determinando simultaneamente le osservabili di singola (fascio, bersaglio) e doppia (fascio-bersaglio) polarizzazione nel canale di fotoproduzione di pi0.

ATTIVITÀ NEL CAMPO DELLA FISICA MEDICA (1997-2001, Dottorato di Ricerca, Dipartimento di fisica dell'Università di Ferrara)

--PROGETTO TAC-SPECT cofin-1998 (tesi di dottorato)

Il progetto prevedeva lo sviluppo di due strumenti dedicati e la loro integrazione in un prototipo ad anello compatto di rivelazione, che consentisse l'esecuzione in contemporanea della scintitomografia e della tomografia a trasmissione nelle stesse condizioni geometriche per la diagnosi del tumore al seno.

Il tale progetto la dr.ssa Fantini è stata responsabile dell'intero sviluppo del tomografo a raggi X quasi-monocromatici e della realizzazione dei programmi di ricostruzione tomografica da utilizzare per la visualizzazione on-line delle immagini acquisite.

Il lavoro della dr.ssa Fantini finalizzato alla realizzazione di tale tomografo si può dividere in due passi fondamentali:

a) Sviluppo di un primo prototipo di tomografo a piccolo campo con campione rotante per studi di fattibilità.

La descrizione del prototipo e delle misure effettuate sono riportate nell'articolo:

"Development of a small-field quasi-monochromatic computer tomography system", Phys. Med. Vol XVI, 2000.

b) Realizzazione del tomografo da inserire insieme alla parte SPECT nel sistema finale.

Il prototipo del sistema TAC-SPECT integrate è costituito da un anello toroidale con un

diametro utile di 13 cm in cui viene posizionato il campione,. Il movimento meccanico dello scanner ed il sistema di acquisizione dei dati sono controllati e sincronizzati per mezzo di un computer. Durante una rotazione di 180° vengono acquisiti in contemporanea 90 profili TAC e 30 profili SPECT che, elaborati per mezzo di opportuni algoritmi di ricostruzione, danno le rispettive immagini tomografiche.

Il fascio di raggi x policromatici, emessi da un tubo convenzionale per mammografia, è monocromatizzato mediante diffrazione di Bragg su un cristallo a mosaico HOPG (Highly Oriented Pyrolytic Graphite) e reso laminare mediante un sistema collimante.

I raggi x trasmessi vengono rivelati utilizzando una striscia di 144 fotodiodi ricoperti da uno strato di circa 1 mm di scintillatore UFC (Ultra Fast Ceramic).

La parte SPECT del sistema è composta da due matrici di cristalli di CsI(Tl), ognuna otticamente accoppiata con un fotomoltiplicatore sensibile alla posizione. Ogni rivelatore è munito inoltre di un collimatore di piombo ad alta risoluzione.

Per studiare le caratteristiche di imaging dell'intero sistema, la dr.ssa Fantini ha effettuato una serie di misure descritte nell'articolo "Combined CT-SPECT tomography system for breast cancer study", Phys.Med. Vol.XVII,2001.

\*PROGETTO DESR: sviluppo di un sistema per l'acquisizione di immagini radiografiche in scansione a doppia energia (18-36 keV), basato su una sorgente di raggi X bicromatica. La composizione delle due immagini migliora la rivelazione degli addensamenti di tessuto patologico, diminuendo nell'immagine il contrasto associato alla presenza dei tessuti sani. I test sono stati effettuati utilizzando sia fasci monocromatici di luce di sincrotrone che fasci quasi-monocromatici.

La dr.ssa Fantini è stata responsabile dell'acquisizione delle immagini ottenute utilizzando luce di sincrotrone presso l'acceleratore ELETTRA e della loro successiva rielaborazione e correzione.

\*PROGETTO MOSAIC: sviluppo di nuovi rivelatori per raggi x di bassa energia per radiografia medica, radiografia industriale e cristallografia con luce di sincrotrone.

La dr.ssa Fantini ha analizzato le deposizioni di fosfori di ossisolfuro di gadolinio su diversi supporti, al fine di massimizzare l'efficienza di conversione in luce.

La dr.ssa Fantini ha inoltre studiato la risposta di rivelatori di raggi x basati sull'accoppiamento diretto di uno schermo fluorescente con un ed in particolare del rivelatore CCD\_05-20 inverted-mode (EEV) in accoppiamento diretto con un strato di ossisolfuro di gadolinio da 100 e 200 µm.

La dr.ssa fantini ha:

- 1.sviluppato, a partire da modelli teorici esistenti, un modello teorico a cascata per la determinazione della DQE(quadrato del rapporto segnale rumore).
- 2.verificato sperimentalmente la validità del modello mediante una serie di misure, effettuate utilizzando un tubo a raggi x con anodo in tungsteno ed il rivelatore CCD. I risultati sperimentali hanno mostrato un ottimo accordo con quelli previsti dal modello teorico.

#### ATTIVITÀ DIDATTICA

\*2001 Seminari didattici, per studenti del I e II anno di biologia dell'Università di Roma "Tor Vergata", su "tecniche diagnostiche e di screening mammografico"

\*a.a. 2002-2003 Inquadramento del lavoro di stage di Emiliano Molinaro dell'Università di Roma "Tor Vergata"

Titolo della tesi: "Misura della polarizzazione di un campione di TEFLON (19F) con tecniche di risonanza magnetica nucleare."

\*a.a. 2004-2005 Inquadramento del lavoro di tesina ERASMUS, di Valeria Di Felice dell'Università di Roma "Tor Vergata".

Titolo del lavoro: "Misura del grado di polarizzazione del fascio laser dell'esperimento GRAAL in condizioni di polarizzazione lineare e circolare."

\*a.a. 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009-2009-2010 2010-2011 2011-

2012 Membro di commissione d'esame per le materie "Fisica Moderna 2" e "Elementi di fisica nucleare e subnucleare" del corso di Laurea in Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata"

\*a.a. 2007-2008 Esercitazioni inerenti al corso di Fisica per la laurea in Scienze biologiche, indirizzo "Ecologia"

\*31 Agosto - 5 Settembre, 2008: Partecipazione come docente al 25th Students' Workshop on Electromagnetic Interactions BOSEN (SAAR)"

\*a.a. 2008-2009, 2009-2010 Esercitazioni inerenti al corso di Fisica per la laurea in Scienze Biologiche

\*a.a. 2010-2011, 2011-2012 Tutorato per il corso di Fisica per la laurea in Scienze Biologiche