

Marzia NARDI

CURRICULUM SCIENTIFICO

Titoli di Studio

- **Laurea in Fisica:** Università degli Studi di Torino, 12 Marzo 1992, 110/110 *con lode e menzione onorevole*;
- **Dottorato di Ricerca in Fisica:** superamento dell'esame finale il 17 ottobre 1996 con la discussione della tesi "Transizione adroni-Quark Gluon Plasma e correlazioni tra quark", supervisionata dalla Prof.ssa W.M. Alberico. Commissione esaminatrice: G. Fogli, G.M. Prospero, S. Zerbini.

Campo di Ricerca

Fenomenologia delle collisioni tra ioni pesanti ultrarelativistici e studio della transizione di fase adroni-plasma di quark e gluoni (QGP).

Esperienze lavorative

Nel gennaio 1996 ho iniziato la mia collaborazione con il Prof. H. Satz dell'Università di Bielefeld (Germania), usufruendo di una Borsa di Studio dell'Università di Torino per corsi di perfezionamento e attività di ricerca all'estero.

Dal 1 gennaio 1997 al 30 aprile 2000 ho lavorato, con un contratto di Collaborazione Scientifica, presso il Dipartimento di Fisica Teorica dell'Università di Bielefeld (Germania).

Dal 1 maggio 2000 al 30 aprile 2004 ho usufruito di un Assegno di Ricerca presso l'Università di Torino.

Nel settembre 2003 sono stata ospite per due settimane presso il MIT (Cambridge, Boston) grazie al Programma di Scambio "Bruno Rossi" tra MIT ad INFN.

Dal 15 maggio 2004 al 15 luglio 2004 ho lavorato presso il Dipartimento di Fisica Teorica dell'Università di Torino con un contratto di Collaborazione Scientifica.

Dal 1 settembre 2004 al 31 ottobre 2004 ho lavorato presso la Divisione Teorica del CERN (Ginevra) in qualità di "Short Term Visitor".

Dal 1 novembre 2004 al 23 dicembre 2005 ho lavorato presso la Divisione Teorica del CERN (Ginevra) usufruendo di un Grant del Centro di Studi e Ricerche E. Fermi (Roma).

Dal 29 dicembre 2005 lavoro come Ricercatore presso la sezione INFN di Torino.

Durante questi anni sono stata varie volte ospite della Divisione Teorica Nucleare del "Brookhaven National Laboratory", collaborando con D. Kharzeev and L. McLerran.

Gruppi di lavoro e Collaborazioni

Dal settembre 1997 all'ottobre 2001 sono stata un membro della "Hard Probe Collaboration", un gruppo di lavoro costituito da circa 20 ricercatori, sia sperimentali che teorici, impegnati nello studio di segnali di tipo "duro" per lo studio della transizione di fase adroni-QGP in urti tra ioni pesanti ad altissime energie. Nell'ottobre 2001 questo gruppo di lavoro è stato sostituito da un nuovo e più ampio gruppo di lavoro: "Hard Probes in Heavy Ion Collisions at the LHC". I risultati di quest'attività sono stati pubblicati come "CERN Yellow Book", CERN-2004-009

Dal maggio 2001 ho contribuito a creare e promuovere, con l'approvazione ed il sostegno della Commissione Teorica Nazionale dell'INFN, un gruppo di lavoro italiano ("Giselda") sui

problemi del deconfinamento adronico. Dall'incontro con diversi ricercatori italiani interessati da questa tematica è nata una Iniziativa Specifica, finanziata dall'INFN, denominata FI31. Nell'ambito delle attività di questo gruppo di lavoro è stata organizzata una Conferenza Internazionale nel gennaio 2002 a Frascati e cinque Scuole Internazionali per studenti di Dottorato e giovani ricercatori, tenutesi a Torino (tra dicembre 2003 e marzo 2011).

Attività di refereing

Da diversi anni svolgo attività di "refereing" per alcune riviste scientifiche internazionali: Zeitschrift für Physik/European Physical Journal A/C,

Occupazione Attuale:

Ricercatore dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Attività di Ricerca

Nella mia tesi di Dottorato ho studiato la transizione di fase adroni-QGP con un semplice modello: un sistema di quark interagenti tramite un potenziale dipendente dalla densità. A basse densità di quark il potenziale è fortemente legante e i quark sono legati in adroni, mentre ad alte densità il potenziale diventa debole e i quark si comportano come un sistema di fermioni non interagenti. Lo studio si è limitato al caso non relativistico, calcolando la funzione d'onda di una coppia di quark sia per una coppia isolata (equazione di Schrödinger) sia per una coppia immersa in un mezzo (equazione di Bethe-Goldstone). Il modello è stato studiato in una e in tre dimensioni spaziali, a temperatura zero e finita. Si sono utilizzati diversi potenziali leganti, noti in letteratura e capaci di riprodurre la spettroscopia delle masse adroniche.

Nel gennaio 1996 ho iniziato la mia collaborazione con il Prof. Helmut Satz dell'Università di Bielefeld (Germania). Ho studiato la distribuzione di adroni prodotti in urti protone-nucleo e nucleo-nucleo. Lo scopo di questo lavoro era di determinare fino a che punto le interazioni dello stato iniziale influenzano la produzione e distribuzione in impulso e rapidità delle particelle finali, in modo da riuscire a separare gli effetti di stato iniziale da quelli dello stato finale.

Successivamente ho studiato la soppressione del charmonio in collisioni nucleari come segnale della formazione di materia deconfinata. Dati sperimentali con diversi sistemi nucleari sono stati raccolti dalla collaborazione NA38/NA50/NA51 con uno spettrometro muonico presso il CERN-SPS. Le proprietà della J/ψ and ψ' in materia adronica normale sono state determinate studiando collisioni tra protone e nucleo, dove non ci si aspetta di produrre la transizione di fase verso il QGP. Questo studio ha permesso di fissare i pochi parametri liberi del modello. Le previsioni teoriche estrapolate a collisioni nucleari si sono rivelate in ottimo accordo con i dati sperimentali fino a S-U. Invece in urti centrali tra nuclei di piombo si è osservata una deviazione dalla curva teorica normale, segnalando una soppressione molto più forte. La soppressione anomala può essere spiegata solo assumendo la formazione di una fase di materia deconfinata.

Una descrizione teorica rigorosa della transizione di fase adroni-QGP non è ancora disponibile. In questa prospettiva ho iniziato lo studio di un modello basato sulla teoria della percolazione. La transizione di fase avviene quando la densità di partoni, liberati nel corso delle interazioni tra i nucleoni dei nuclei iniziali, supera un valore critico. Un mesone J/ψ formatosi all'interno della regione deconfinata non può sopravvivere: i quark costituenti si separano. Un mesone J/ψ che si forma invece all'esterno della bolla di QGP, dove la densità non ha raggiunto il valore critico, non viene influenzato. La teoria della percolazione determina l'estensione e la forma della regione deconfinata in funzione del parametro di impatto dell'interazione tra i nuclei. In questo modo si ottiene una dipendenza della soppressione della J/ψ dalla centralità della collisione in ottimo accordo con i dati sperimentali.

Con l'avvento dei nuovi dati di RHIC, in collisioni tra nuclei di oro ad energie ancora di più alte di quelle esplorate presso il CERN, è diventato possibile studiare una nuova proprietà della

materia adronica: la saturazione partonica. Ad alte densità i partoni cessano di interagire in modo indipendente gli uni dagli altri. Non è del tutto chiaro quando questo nuovo regime inizia a diventare il meccanismo dominante delle interazioni adroniche. Intuitivamente, quando si va ad energie sempre più alte si raggiungono regioni di x (la frazione di impulso longitudinale di un partone all'interno di un adrone) sempre più piccoli e ad un certo punto la loro densità diventa così alta che gli effetti non-lineari della QCD diventano importanti. Con un semplice modello basato su quest'idea ho studiato, in collaborazione con il Dr. D. Kharzeev (BNL) ed il Prof. E. Levin (Univ. Tel Aviv) la distribuzione di particelle prodotte in funzione dell'energia di collisione, della centralità e della rapidità in urti oro-oro e deutone-oro a RHIC.

In un lavoro svolto in collaborazione con il gruppo di Torino ho applicato il modello di Nambu Jona-Lasinio per determinare la pressione del vuoto sui quark in un barione e la loro densità. Le masse barioniche sono state calcolate con l'approssimazione di densità locale per le energie di campo medio dei quark ottenute in un sistema uniforme ed isotropo. L'accordo con i dati sperimentali è piuttosto buono.

Una diversa linea di ricerca è stato lo scattering elettrone-nucleo ad alti impulsi trasferiti. Ho calcolato il contributo alla risposta nucleare trasversa elettrodebole dovuta all'eccitazione di stati "due particelle-due buche" con lo scambio di correnti mesoniche. Il calcolo è stato eseguito per un gas di Fermi relativistico, l'unico modello attualmente conosciuto che permette un trattamento rigorosamente covariante. Lo scopo di questo lavoro è di ottenere una più profonda conoscenza delle proprietà nucleari, in particolare quelle di 'scaling' a diversi impulsi trasferiti ed in nuclei diversi.

Recentemente mi sono dedicata al calcolo di correlazioni tra particelle ad alto impulso trasverso, oggetto di grande interesse perché permette di comprendere meglio la dinamica microscopica di due fenomeni attualmente più investigati a RHIC, vale a dire la saturazione partonica e la soppressione dei "jet" partonici ad alto impulso trasverso. Partendo da un modello abbastanza semplice per descrivere un sistema con proprietà di saturazione, il modello di McLerran e Venugopalan (MV), è stato sviluppato il calcolo dello spettro di due gluoni o di un gluone più un quark emessi da un partone che si propaga attraverso un nucleo. Il modello è molto semplice ma dà risultati qualitativamente in accordo con quanto ci si può ragionevolmente aspettare: se la particella "trigger", cioè il primo jet, ha un impulso molto al di sopra della scala di saturazione del mezzo (che è l'impulso tipico che il mezzo è in grado di assorbire o di cedere), il secondo jet è prevalentemente orientato in direzione opposta: in questo caso infatti il mezzo non riesce a contribuire significativamente al bilancio dell'impulso e si limita a dare un piccolo contributo che può, al più, fare deviare la direzione dei due jet che non appariranno più come esattamente opposti, ma con un angolo di apertura comunque vicino a 180 gradi. Viceversa se il jet "trigger" ha un impulso dell'ordine della scala di saturazione, il mezzo contribuisce in modo decisivo e il secondo jet può avere qualunque orientazione, sparisce perciò la correlazione "back-to-back" originaria tra i due. Risultati in accordo con questi sono noti dai dati sperimentali di RHIC.