Bollettino Università & Ricerca

L'e-journal professionale per il mondo accademico e della ricerca

I.N.F.M.

(...la parte iniziale di questo articolo e' pubblicata nella homepage del BUR del 15/10/2001)

La condensazione di Bose-Einstein è un fenomeno predetto dalla meccanica quantistica in cui alcuni atomi (i cosiddetti bosoni) a temperature basse perdono la loro individualità per dare luogo a un comportamento "coerente", analogo a quello che si ha con la radiazione elettromagnetica nel laser. In particolare, viene premiata una tematica di ricerca cui l'INFM (Istituto Nazionale per la Fisica della Materia) ha dato un notevole contributo in questi anni:

- a Trento: il gruppo teorico diretto dal Prof. Sandro Stringari, coordinatore del Progetto di Ricerca Avanzata "BEC - Experimental anc theoretical investigation of Bose Einstein Condensation in confined alkali atoms", è diventato rapidamente competitivo a livello mondiale, interagendo con i più importanti laboratori del mondo, inclusi JILA e MIT, dove lavorano i vincitori del Premio Nobel di quest'anno. Si segnalano in particolare alcune collaborazioni significative con i laboratori di Jila e Mit:

- articolo di Ch. Thounsend, W. Ketterle e S. Stringari ("Bose-Einstein Condensation") pubblicato sulla rivista di divulgazione scientifica Physics World nel 1997 e tradotto lo stesso anno sulla rivista Le Scienze.

- l'articolo, scritto in collaborazione tra Jila e Trento nel quale un esperimento sugli stati interni degli atomi, proposto dal gruppo di Trento, è stato realizzato nei laboratori di

- A Milano: anche il gruppo INFM di Fisica Statistica presso l'Università Statale di Milano si è occupato negli ultimi anni delle proprietà dinamiche dei condensati di Bose-Einstein intrappolati. I membri del gruppo attualmente impegnati in questa linea di ricerca sono il Prof. Luciano Reatto, Alberto Parola (INFM Como) e Luca Salasnich. In quattro anni il gruppo ha prodotto 16 articoli scientifici su riviste internazionali. Il primo lavoro [Phys. Rev. A 57, R3180 (1998)], riguardante la stabilità del condensato formato da atomi di Litio 7, ha ricevuto una notevole attenzione da parte della comunità della Bose-Einstein Condensation. Successivamente, in collaborazione con il gruppo sperimentale di Pisa di Ennio Arimondo, sono state studiate le oscillazioni collettive di un condensato in una trappola armonica completamente anisotropa [Phys. Lett. A 249, 495 (1998)]. Tale studio è proseguito analizzando le condizioni di risonanza e di instabilità dinamica tra i modi collettivi [Phys. Lett. A 266, 187 (2000)]. Recentemente si e' studiato il tunneling quantistico macroscopico pulsato di un condensato di atomi alcalini che, sotto l'azione della forza di gravità, urta su uno specchio laser [Phys. Rev. A 64, 023601 (2001)]. Le predizioni teoriche sul rimbalzo, l'interferenza ed il tunneling periodico potranno essere sottoposte a verifica in esperimenti attualmente in corso in Germania.

- alla Scuola Normale Superiore di Pisa: un gruppo teorico INFM lavora sui condensati di Bose-Einstein alla Scuola Normale Superiore di Pisa dagli inizi del 1996, con svariate collaborazioni internazionali inclusa

Contattaci

Per contattare la redazione di BUR

JILA [Dynamical Response of a Bose-Einstein Condensate to a Discontinuous Change in Internal State; M.R. Matthews, D.S. Hall, D.S. Jin, J.R. Ensher, C.E. Wieman,, E.A. Cornell, F. Dalfovo, C. Minniti, and S. Stringari, Phys. Rev. Lett. 81, 243 (1998)].

- gli esperimenti effettuati nella primavera 2001 a JILA "Driving Bose-Einstein condensate vorticity with a rotating normal cloud" [P.C. Haljan, I. Coddington, P. Engels and E.A. Cornell, preprint cond-mat/0106362], che hanno confermato le predizioni del gruppo di Trento del 1998 sui moti collettivi dei condensati in presenza di vortici [Quantized vortices and collective oscillations of a trapped Bose condensed gas; F. Zambelli and S. Stringari, Phys. Rev. Lett. 81, 1754 (1998)].

- il recentissmo esperimento del gruppo di Ketterle reso pubblico nel Settembre 2001 [Experimental observation of the Bogoliubov transformation for a Bose-Einstein condensed gas; J.M. Vogels, K. Xu, C. Raman, J. R. Abo-Shaeer and W. Ketterle, preprint cond-mat/0109205], in cui sono state verificate le predizioni teoriche del gruppo di Trento del 2000 sulle conseguenze delle trasformazioni di Bogoliubov [How to measure the Bogoliubov quasiparticle amplitudes in a trapped condensate; A. Brunello, F. Dalfovo, L. Pitaevskii, and S. Stringari, Phys.Rev. Lett 85, 4422 (2000)].

- al Laboratorio LENS di Firenze: a compimento del primo Progetto di Ricerca Avanzata INFM citato sopra, il gruppo di ricerca diretto dal Prof. Massimo Inguscio (e composto anche da F.S. Cataliotti, C. Fort, F. Minardi, M. Prevedelli, L. Ricci e G. M. Tino) ha ottenuto la prima BEC italiana. Attualmente è funzionante anche un secondo apparato più sofisticato, che consente di raggiungere la degenerazione quantistica con specie atomiche diverse. Alcuni risultati sono stati di notevole risonanza e rendono l'Unità INFM di Firenze di riferimento nella scena internazionale. Si possono ricordare studi di interferenza tra condensati sia nel dominio temporale che spaziale che generalizzano il lavoro pionieristico di W. Ketterle (F. Minardi et al. Phys. Rev. Lett. 87, 170401 (2001) e C. Fort et al. Opt. Lett. 26, 1039 (2001)). In particolare è stato introdotto un nuovo una collaborazione continuata con i teorici affiancanti Eric Cornell e Carl Wieman al JILA Colorado). I membri attuali del gruppo sono Maria Luisa Chiofalo, Anna Minguzzi, Mario Tosi e Patrizia Vignolo. Il gruppo ha portato una delle prime evidenze teoriche a supporto e interpretazione di osservazioni sulla condensazione nel Rubidio: questo studio riguarda la dipendenza dell'energia interna del vapore atomico dalla temperatura ed è riportato e discusso nelle lezioni tenute da Eric Cornell alla Scuola Internazionale "Enrico Fermi" di Varenna del 1998. I risultati sono stati ottenuti nella tesi di laurea in Fisica (Università di Pisa, Novembre 1996) di Anna Minguzzi, allieva della Scuola Normale, e sono pubblicati in Journal of Physics: Condensed Matter 9, L33 (1997).

E inoltre…

- Progetto europeo "Cold Molecules": è stato recentemente approvato un progetto europeo denominato "Cold Molecules" che intende investigare le possibilità sperimentali e teoriche di creare condensati BSC partendo da gas molecolari. In tale Network di circa 10 gruppi europei e americani partecipano due gruppi INFM italiani: uno sperimentale di Pisa (coordinato da C.Gabbanini) ed uno teorico di Roma "La Sapienza" (Franco A.Gianturco et al.).

- Il ricercatore Roberto Onofrio (Unità INFM di Roma "La Sapienza" e Università di Padova) ha lavorato dal 1997 al 2000 al MIT, collaborando con il gruppo di W. Ketterle. In quel periodo ha contribuito alla costruzione di un nuovo apparato per la condensazione di Bose-Einstein e studiato effetti di superfluidità in BEC, eccitazioni collettive, ecc. Queste ricerche sono documentate in 7 contributi a conferenze e 4 articoli su riviste internazionali.

- ancora in Italia, il Prof. W. Ketterle ha partecipato nell'Ottobre 1999 al 27° Corso della Scuola Internazionale di Elettronica Quantistica del Centro Ettore Majorana di Erice dedicato a "Bose-Einstein Condensates and Atom Lasers", diretta dai Proff. Massimo Inguscio (Firenze) e Alain Aspect, Orsay (Francia), presentando le misure sperimentali sulla condensazione di Bose-Einstein in atomi di Sodio. Gli atti del corso si aprono con il magistrale capitolo del Prof. W.

metodo interferometrico poi applicato all'ENS di Parigi per la rivelazione di vortici. La manipolazione ottica di condensati ha evidenziato proprietà di superfluidità (S. Burger et al. Phys. Rev. Lett. 86, 4447 (2001)) e consentito la prima realizzazione di una catena lineare di giunzioni Josephson (F. S. Cataliotti et al. Science 293, 843 (2001)). E' fattiva l'interazione con i gruppi teorici di Trento, Scuola Normale di Pisa e SISSA di Trieste anche nell'ambito del nuovo Progetto di Ricerca Avanzata INFM "PHOTONMATTER" di cui è coordinatore Massimo Inguscio. Numerosi sono stati gli scambi di idee e ricercatori con il gruppo dei Nobel. Eric Cornell ha trascorso un trimestre a Firenze nel 1998 in occasione del primo intrappolamento e raffreddamento del potassio fermionico. G. M. Tino ha trascorso alcuni mesi nel 1997 a Boulder contribuendo a realizzare la trappola TOP di seconda generazione con cui poi sono stati prodotti i vortici al JILA. M. Prevedelli ha trascorso un anno al JILA realizzando con Cornell un'innovativa guida magnetica per atomi utile per ricadute applicative della BEC. Con C. E. Wieman, M. Inguscio e S. Stringari hanno diretto a Varenna nel 1998 la Scuola Internazionale di Fisica E. Fermi dal titolo "Bose-Einstein condensation in atomic gases". Il gruppo INFM attivo presso l'Unità di Firenze su Laser Cooling e BEC è attualmente composto da: F. S. Cataliotti, G. Ferrari, C. Fort, M. Inguscio, F. Minardi, G. Modugno, M. Modugno e G. M. Tino, cui si aggiungono i dottorandi M. Fattori, F. Ferlaino, P. Maddaloni (da INFM di Padova) e G. Roati da INFM di Trento) ed ospiti stranieri a lungo termine: S. Burger (Hannover - Germania), R. Brecha (Dayton - USA) e J. Stuhler (Konstanz - Germania).

Ketterle "Experimental Studies of BEC in Sodium" e contengono i contributi di ricercatori italiani, tutti afferenti all'INFM, appartenenti alle scuole attive nello stesso campo di ricerca. Tra questi, appunto, i gruppi di Pisa (Prof. Ennio Arimondo) e del LENS di Firenze (Prof. Massimo Inguscio) hanno ottenuto anch'essi pochi mesi dopo l'incontro di Erice in ordine cronologico la dimostrazione sperimentale della condensazione di Bose-Einstein.

Preme infine segnalare che le tecniche di raffreddamento e confinamento degli atomi motivarono anche l'assegnazione del premio Nobel per la Fisica del 1997 (assegnato a S. Chu, C. Cohen-Tannoudji e W. Phillips) a ulteriore conferma che la fisica degli atomi ultra freddi rappresenta uno dei settori emergenti della fisica moderna. Anche il riconoscimento di quest'anno, quindi -che va ad aggiungersi a quelli assegnati in anni recenti per i materiali semiconduttori, la fisica dei fluidi quantistici, il raffreddamento atomico mediante radiazione laser, ecc.- conferma l'importanza strategica dello studio della Fisica della Materia, settore al quale l'Italia ha dato un forte impulso attraverso la costituzione, nel 1994, dell'INFM, Ente Pubblico di Ricerca che opera attraverso una rete di 40 Unità di Ricerca in tutta Italia, e circa 2800 associati tra ricercatori, docenti universitari, tecnici e giovani in formazione.