

Al prof. Gaetano Senatore
Coordinatore del Dottorato di Ricerca in Fisica
Università degli Studi di Trieste

Trieste 27 Gennaio 2006

Progetto di tesi di Dottorato in Fisica

Sistemi correlati in bassa dimensionalità

Diversi fenomeni nella fisica dello stato solido (ad esempio superconduttività ad alta temperatura critica, onda di densità di carica o di spin, magnetismo) sono una conseguenza ed una manifestazione della natura correlata degli elettroni. In un sistema a bassa dimensionalità gli effetti di interazione elettrone-elettrone o elettrone-fonone sono generalmente enfatizzati, data la riduzione di volume che il sistema può occupare nello spazio delle fasi. Queste interazioni possono indurre una rottura di simmetria nello stato fondamentale del sistema, in alcuni casi favorita da una particolare topologia della superficie di Fermi associata alla bassa dimensionalità. L'analisi della struttura elettronica, in particolare in un intorno del livello di Fermi, ha pertanto una diretta rilevanza in problemi associati ad effetti di correlazione in sistemi unidimensionali o bidimensionali. La spettroscopia di fotoemissione è la tecnica ideale preposta a tale scopo. Essa fornisce una diretta informazione sulle bande elettroniche e sulla natura e intensità della correlazione. Inoltre l'utilizzo di radiazione di sincrotrone garantisce un'alta risoluzione energetica e permette di investigare la superficie di Fermi e le eccitazioni di quasi particelle a bassa energia.

Poiché le proprietà di correlazione sono legate alla bassa dimensionalità del sistema, come evidenziato, è atteso che in sistemi reali quali superfici cristalline esse siano evidenti se gli stati elettronici e fononici sono ben localizzati alla superficie e se le relative lunghezze di penetrazione nel volume sono confrontabili. In questa ottica inquadrano l'introduzione di interfacce metalliche nello studio delle proprietà di correlazione di un sistema elettronico quasi bidimensionale. Tra questi sistemi per i quali effetti di correlazione elettrone-fonone sembrano significativi possono essere classificati come interfacce metallo pesante di tipo p (In, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi) su metallo nobile (Cu, Ag, Au). E' nota, ad esempio, la formazione di un'onda di densità di carica in In/Cu(001) [1].

Un'altra classe di sistemi in cui è stato possibile studiare effetti di correlazione è costituita da interfacce del tipo elementi tetravalenti sulla superficie Ge(111) oppure Si(111). In questo caso lo studio è stato incentrato sulla competizione tra distorsione del reticolo ed effetti di correlazione elettronica ed effetti di interazione elettrone-fonone. Questi sistemi sono stati oggetto di studi eseguiti mediante diverse tecniche spettroscopiche e di microscopia [2 - 4].

I fullereni C_{60} evidenziano, invece, proprietà quali superconduttività ad alta temperatura critica [5] e ferromagnetismo [6]. Essi rappresentano un sistema peculiare nello studio delle proprietà di correlazione. Come in tipici sistemi molecolari le bande formate dalla sovrapposizione dei livelli molecolari di C_{60} sono strette. La repulsione coulombiana tra gli elettroni è grande, mentre alcuni fononi hanno energie molto alte, confrontabile con la larghezza di banda semipiena. Questo insieme di parametri suggerisce un comportamento totalmente non convenzionale, dove l'interazione elettrone-elettrone ed elettrone-fonone agiscono in maniera competitiva [7].

Obiettivo della tesi di dottorato è lo studio di alcuni dei sistemi fortemente correlati sopra citati mediante tecniche di spettroscopiche. In particolare si utilizzerà la spettroscopia di fotoemissione ad alta risoluzione energetica con fotoni di bassa energia al fine di ottenere informazioni sulla struttura elettronica, sulla superficie di Fermi e sulle interazioni elettrone-elettrone ed elettrone-fonone. Queste indagini saranno eventualmente completate con misure di fotoemissione dai livelli di core e misure STM/STS. Questo lavoro di ricerca sperimentale sarà svolto presso le beamlines di Elettra (BaD EIPh, SuperESCA e Material Science) e presso il laboratorio TASC-INFN.

-
- [1] T. Nakagawa et al., Phys. Rev. Lett. **86**, No. 5 (2001) 854
 - [2] J. M. Carpinelli et al., Nature (London) **381** (1996) 398
 - [3] A. Goldoni and S. Modesti, Phys. Rev. Lett. **79**, No. 17 (1997) 3266
 - [4] H. H. Weitering et al., Phys. Rev. Lett. **78** (2001) 1331
 - [5] A. F. Heberd et al., Nature **350** (1991) 600
 - [6] T. Takenobu et al., Phys. Rev. Lett. **85** (2000) 381
 - [7] W. L. Yang et al., Science **300** (2003) 303

Marie Françoise HAV

S. Modesti

Archie Bell