

УДК 538.9, 539.21

Ю. Довгоп'ятий

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

НОВІ РЕЗУЛЬТАТИ У ФІЗИЦІ СИЛЬНОКОРЕЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

Унікальні фізичні властивості сполук на основі перехідних і рідкоземельних металів обумовлені, в першу чергу, наявністю незаповнених d- і f- електронних оболонок. Електрони цих оболонок сильно взаємодіють між собою та з колективізованими електронами зовнішніх оболонок атомів. Такі електронні підсистеми твердого тіла отримали назву сильнокорельованих електронних систем (СКЕС). На протязі останніх 50-ти років у різних сполуках з СКЕС були відкриті: переходи метал-діелектрик різних типів; важкі ферміони; сильна взаємодія електричних і магнітних ступенів вільності (зокрема, колосальний магнітоелектричний ефект у манганітах); і, нарешті, високотемпературна надпровідність в оксидах перехідних металів [1].

Теоретична інтерпретація такого широкого спектру властивостей СКЕС зразу зіштовхнулася із значними труднощами. Стандартна зонна теорія, яка успішно застосовується для простих металів і напівпровідників, виявилася непридатною для опису СКЕС. Причина полягає в тому, що зонна теорія не враховує міжелектронну взаємодію, яка в СКЕС має той же порядок, що й ширина електронної зони 3d-, 4f- або 5f-електронів атомів основного елемента певної сполуки. В такій ситуації виявився необхідним теоретичний метод досліджень, який виходить за рамки врахування міжелектронної взаємодії за допомогою теорії збурень. Для опису електронної структури і фізичних властивостей нових сполук з СКЕС було запропоновано багато різних підходів. Найчастіше використовувалися прості моделі електронної підсистеми: модель Габбарда, tJ -модель, sd-модель, модель Андерсона. Проте теоретичні підходи на базі цих моделей були застосовними лише для певного класу сполук і не дозволяли працювати з складнішими моделями, наближеними до реальних сполук.

Ситуація з теоретичним описом змінилася після того, як було запропоновано формально розглядати систему сильно взаємодіючих електронів в просторі з великою розмірністю d . Виявилось, що в границі $d \rightarrow \infty$ математичні рівняння, що описують рух електронів, сильно спрощуються і можуть бути розв'язані точно для будь-якої величини міжелектронної взаємодії. При цьому результати є дуже близькими до результатів чисельних розрахунків для реального простору з розмірністю $d=3$.

На основі цього відкриття народилася теорія динамічного середнього поля (ТДСП), яка в подальшому була застосована до основних моделей СКЕС. В даній роботі будуть представлені результати останніх років, отримані в ТДСП (зокрема для переходу метал-діелектрик)[2]. Також будуть проаналізовані можливості застосування узагальненої моделі Габбарда для опису нових класів сполук, зокрема фулеритів та високотемпературних надпровідників.

Література

1. Изюмов Ю.А., Курмаев Э.З. // УФН. - 2008.- т. 178.- с. 25-60.
2. Кучинский Э.З., Некрасов И.А., Садовский М.В.. // УФН. - 2012.- т. 182.- с. 345–378.