

30 lat zjawisk ciężko-fermionowych: czy już wiemy, które elektrony są silnie skorelowane[♠]

R. J. Radwański^{1,2} i Z. Ropka²

¹Institut Fizyki Akademii Pedagogicznej,
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków,

²Centrum Fizyki Ciała Stałego, ul. Św. Filipa 5, 31-150 Kraków

XII Krajowa Szkoła Nadprzewodnictwa:

"Układy skorelowanych elektronów wczoraj i dziś", Ustroń 14-18 IX 2006

ABSTRACT, 31 Lipiec 2006

Słowa Silne korelacje elektronowe, pole krystaliczne,
kluczowe: UPd_2Al_3 , YbRh_2Si_2 ,

Szerokie rozpowszechnienie nazwy „Silne korelacje elektronowe” rozpoczęło się z przyjęciem w 1992 roku za nazwę corocznych konferencji z magnetyzmu nazwy: Strongly-Correlated Electron Systems Conference SCES. Warto jednak przypomnieć, że ta seria konferencji wyrosła z konferencji poświęconych efektom pola krystalicznego w związkach $4f$ i $5f$ począwszy od pierwszej w 1974 roku w Montrealu. Warto wspomnieć, że jedna z tych konferencji odbyła się w 1981 roku we Wrocławiu i organizowana była przez Prof. W. Suskiego i Prof. R. Trocia. Konferencja w 1988 roku we Frankfurcie miała nazwę: „Crystal-field effects and heavy-fermion physics”. Z przyjęciem w 1992 roku nowej nazwy coroczna konferencja silnie skorelowanych systemów SCES (ostatnia w sierpniu 2006 w Kioto) jednoczy praktycznie wszystkie badania związków z metalami otwarto-powłokowymi, zaczynając od anomalnych związków ziem rzadkich (Ce, Yb) poprzez związki ziem rzadkich $4f$, związki uranu ($5f$) i tlenki metali z grupy żelaza ($3d$).

Pojęcie „ciężkie fermiony” weszło do współczesnej fizyki ciała stałego w 1975 roku wraz z odkryciem w metalicznym związku CeAl_3 gigantycznego ciepła właściwego i innych anomalnych zjawisk w niskich temperaturach, poniżej 2 K [1]. „Silne korelacje” połączyły dwa wielkie

*Autor do korespondencji: ¹R. J. Radwanski, Centrum Fizyki, Sw. Filip 5,
31-150 Krakow,
sfradwan@cyf-kr.edu.pl,

strumienie badań współczesnej fizyki ciała stałego: ciężkich fermionów i magnetyzmu z związkach $4f$ i $5f$ oraz wysokotemperaturowego nadprzewodnictwa odkrytego w 1986 roku w związkach z miedzią, z otwartą powłoką $3d$. Obecnie wszystkie anomalie eksperymentalne i niezgodności w obliczeniach teoretycznych *ab initio* czy *first-principles* przypisuje się nieumiejętności opisanie korelacji elektronowych.

Analizując tę 30-letnią historię badań postawimy pytanie: „Czy już dzisiaj wiemy, które to elektrony z miliarda miliardów elektronów istniejących w jednogramowej próbce np. w UPd_2Al_3 , YbRh_2Si_2 czy NiO lub LaMnO_3 są silnie skorelowane”. Przeanalizujemy współczesne modele jak model podwójnej natury elektronów $5f$ (dual nature of $5f$ electrons) w UPd_2Al_3 [2] czy opis ciężko-fermionowego metalicznego związku YbRh_2Si_2 przez Prof. F. Steglich [3] w porównaniu do teorii pola krystalicznego. Odkrycie przez Prof. Steglicha jonu Yb^{3+} w YbRh_2Si_2 w temperaturze 1.5 K, ponad 15-krotnie niższej niż temperatura Kondo oraz dyskretnej stanów w UPd_2Al_3 w skali 1-7 meV jasno odkrywa istotną fizycznie ważność efektów lokalnych. Efekty lokalne, istnienie jonów i dyskretnej struktury elektronowej są esencją teorii pola krystalicznego. Wyjaśnimy, że wieloelektronowa wersja teorii pola krystalicznego jest teorią, która ma od samego początku wkomponowane w siebie silne korelacje elektronowe i że uważamy, że dla fizycznie adekwatnego opisu jakiegoś związku $3d/4f/5f$ oddziaływania i efekty pola krystalicznego muszą być wyznaczone na samym początku. Zaprezentujemy opis nisko-energetycznej struktury elektronowej UPd_2Al_3 , YbRh_2Si_2 , NiO i LaMnO_3 , która w metalicznych związkach współistnieje z elektronami przewodnictwa.

Literatura cytowana:

1. K. Andres, J. E. Grabner, H. R. Ott, Phys. Rev. Lett. **35**, 1779 (1975).
2. P. Fulde, P. Thalmeier, G. Zwirgagl, cond-mat/0607165 (2006).
3. F. Steglich, Konf. Transition-metal compounds SCTE-06, Krakow, 15-20.07.2006.

♣ English version of this abstract will appear in the next volume - ActAPhysica 3 (2007)