

Prof. dr hab. Andrzej Szewczyk
Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk
Al. Lotników 32/46
02-668 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej Daniela Gralaka, zatytułowanej: „Ewolucja właściwości magnetycznych w roztworach stałych $\text{UPd}_{1-x}\text{T}_x\text{Ge}$, gdzie $\text{T}=\text{Ru}, \text{Co}$ ”, przedstawionej Radzie Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu

W swojej rozprawie doktorskiej pan Gralak prezentuje rozwiązanie bardzo interesującego i aktualnego zagadnienia naukowego, jakim było zbadanie wpływu odległości pomiędzy atomami uranu i liczby elektronów d w układzie - na właściwości magnetyczne i transportowe quasi-trójskładnikowych materiałów UTGe , tj. materiałów, w których składnikiem T są zmieszane w różnych proporcjach Pd i Ru lub Pd i Co. Międzymetaliczne związki UTGe należą do klasy materiałów o silnie skorelowanych elektronach, przyciągającej uwagę wielu badaczy od kilkudziesięciu lat. Źródłem dużego zainteresowania jest występowanie w tej klasie szerokiego spektrum intrygujących, niedostatecznie jeszcze zbadanych zjawisk, takich jak: konkurowanie ze sobą oddziaływań RKKY i zjawiska Kondo, hybrydyzacja stanów $5f$ elektronów uranu z orbitalami elektronów sąsiednich atomów, co prowadzi do częściowej delokalizacji elektronów $5f$, pojawianie się w niektórych układach tzw. „ciężkich fermionów” itd.

Rozprawa zawiera bardzo logiczną, interesującą koncepcję badawczą. Autor, wiedząc, że UPdGe wykazuje w niskich temperaturach zachowanie typu sieci Kondo oraz ferromagnetyczne uporządkowanie momentów magnetycznych zlokalizowanych na uranie, które w wyższych temperaturach przechodzi w uporządkowanie antyferromagnetyczne, a także wiedząc, że URuGe wykazuje właściwości paramagnetyczne i zjawisko delokalizacji elektronów $5f$ uranu, słusznie założył, że zastępując stopniowo atomy Pd atomami Ru, mniejszymi i mającym na powłoce $4d$ o 3 elektrony mniej, można uzyskać składy o oryginalnych właściwościach magnetycznych i transportowych. Oczekiwania te spełnił przede wszystkim materiał, w którym 68% palladu zastąpiono rutenem, gdyż to właśnie w nim Autor stwierdził występowanie zmiany stanu podstawowego z uporządkowanego magnetycznie na nieuporządkowany i zaobserwował zachowania typowe dla cieczy nielandauowskiej, co może świadczyć też o istnieniu dla tego materiału kwantowego punktu krytycznego w zerowej temperaturze. Podobnie, bazując na spostrzeżeniu, że związek UCoGe wykazuje poniżej 3 K przejście do fazy ferromagnetycznej, o charakterze ferromagnetyzmu wędrownego, a także przejście do fazy nadprzewodzącej poniżej 0.8 K, Autor założył, że zastępowanie atomów Pd mniejszymi atomami kobaltu powinno wpływać na charakter oddziaływań magnetycznych i na stopień lokalizacji elektronów $5f$ uranu, a więc również - na właściwości magnetyczne składów $\text{UPd}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$.

Aby przekonać się o słuszności swoich założeń, Autor zsyntetyzował szereg polikrystalicznych próbek z ww. dwóch rodzin, tj. 13 próbek o składzie $\text{UPd}_{1-x}\text{Ru}_x\text{Ge}$, z $0.1 \leq x \leq 0.9$, 9 próbek o składzie $\text{UPd}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$, z $0.1 \leq x \leq 0.9$, a także – po stwierdzeniu, że próbka $\text{UPd}_{0.32}\text{Ru}_{0.68}\text{Ge}$ wykazuje właściwości nielandauowskiej cieczy fermionów, mogące wiązać się z istnieniem kwantowego punktu krytycznego - wyhodował monokryształ o takim składzie.

Autor przeprowadził charakteryzację strukturalną wytworzonych próbek, a następnie zebrał bardzo obszerny materiał doświadczalny, wykonując pomiary ich:

- właściwości magnetycznych, tj. namagnesowania metodą DC - w funkcji temperatury i pola magnetycznego, a także podatności magnetycznej metodą AC – w funkcji temperatury i – dla niektórych materiałów – w funkcji częstotliwości pola pomiarowego,
- oporu i magnetooporu w funkcji temperatury, w polu magnetycznym do 9 T,
- ciepła właściwego w funkcji temperatury (przy różnych wartościach pola magnetycznego),
- siły termoelektrycznej i efektu Halla – dla próbek z Ru.

Następnie Autor przeprowadził dogłębną analizę uzyskanych zależności i porównując ich charakter z różnymi modelami teoretycznymi, zaproponował interpretację zmierzonych zależności i skonstruował diagramy fazowe dla obu badanych rodzin materiałów. Autor opublikował rezultaty wykonanych badań w 5 pracach zamieszczonych w międzynarodowych, recenzowanych czasopismach: *Journal of Solid State Chemistry* i *Acta Physica Polonica A*, i zapowiada - w ostatnim zdaniu rozprawy - opublikowanie pozostałych rezultatów w przyszłości – po zakończeniu ich interpretacji. Poniżej przedstawię zauważone przeze mnie drobne niedociągnięcia merytoryczne pracy, niemniej jednak stwierdzam, że merytoryczna strona rozprawy spełnia wymagania stawiane w art. 13 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”, tj. **stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dziedzinie fizyki i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

Do wspomnianych wyżej niedociągnięć merytorycznych rozprawy zaliczam to, że:

1. Autor posługuje się czasem (np. w tytule podrozdziału 2.3.3) zwrotem „nielandauowska ciecz Fermiego”. Ponieważ określenia „ciecz Fermiego” i „ciecz Landaua” są synonimami określającymi taki sam obiekt, to ww. zwrot jest pozbawiony sensu, bo jest równoważny stwierdzeniu: „nielandauowska ciecz Landaua”. Oczywiście jest to tylko błąd językowy, bo autor w wielu innych miejscach używa najwłaściwszego w tym przypadku stwierdzenia „nielandauowska ciecz fermionów” lub skrótowego określenia „ciecz nielandauowska”.
2. Autor nazywa pomiary ciepła właściwego pomiarami „właściwości termodynamicznych”, co jest określeniem niezbyt logicznym, bo również inne wielkości, np. namagnesowanie czy podatność magnetyczna, są wielkościami termodynamicznymi, zdefiniowanymi jako pochodne odpowiedniego potencjału termodynamicznego. Sądzę, że bardziej odpowiednim określeniem byłyby „właściwości termiczne”.
3. Analizując proces magnesowania i temperaturowe zależności namagnesowania $\text{UPd}_{0.9}\text{Ru}_{0.1}\text{Ge}$ mierzone metodą ZFC i FC (str. 56–58), Autor stwierdza zdecydowanie, że w $T < 25\text{ K}$ w polu H_{cr} następuje „przejście metamagnetyczne typu spin-flop charakterystyczne dla antyferromagnetyków”. Następnie Autor wykreśla zależność temperatury, w której następuje rozdzielenie krzywych ZFC i FC, tj. T_{ir} , od pola (rys. 4.8 b), po czym w dalszych rozważaniach uważa tę temperaturę za temperaturę przemiany fazowej pomiędzy fazą antyferromagnetyczną i ferromagnetyczną, argumentując, że fakt, iż próbka o zbliżonym składzie (zawierająca 0.2 rutenu) wykazuje uporządkowanie antyferromagnetyczne, sugeruje, że również $\text{UPd}_{0.9}\text{Ru}_{0.1}\text{Ge}$ jest w niewielkich polach antyferromagnetykiem. Autor wspomina wprawdzie, że obserwowane efekty można wytłumaczyć jako wynik tzw. koercji wewnętrznej, związanej z istnieniem wąskich ścian domenowych, jednak w dalszych

rozważaniach odrzuca tę interpretację. Uważam, że w tym przypadku Autor się myli, gdyż wszystkie zmierzone zależności namagnesowania dla próbki zawierającej 0.1 rutenu mają charakter identyczny, jak w silnie jednoosiowych materiałach ferromagnetycznych z wąskimi ścianami domenowymi, np. jak w SmNi_5 opisanym w pracy: *Ballou et al. Physica B 149 (1988)*, czy w związkach UCuP_2 i UCuAs_2 analizowanych w pracy: *D. Kaczorowski, R. Troć and H. Noël, J Phys. Condens. Mat. 3, 4959 (1991)*, a więc - moim zdaniem - Autor ma do czynienia z ferromagnetykiem o wąskich ścianach domenowych. W związku z tym na diagramie fazowym przedstawionym na rys. 4.55 i 7.1 linię od temperatury Néela dla składu $x=0.2$ należałoby poprowadzić do temperatury Curie dla składu $x=0.1$ (oznaczonej pustym, czerwonym kwadratem), a nie do T_{ir} (oznaczonej czarnym „rombem”). Na marginesie – na str. 56 w wierszu 3 od dołu Autor odwołuje się do rys. 4.7, a powinien - do 4.8, a na str. 58 w wierszu 1 od góry - do rys. 4.8b, a powinien – do 4.7b. Dziwne jest to, że na rysunkach 4.7b, 4.8 i 4.9 Autor wykreślił moment magnetyczny w μ_B , nie podając, jakiej ilości substancji jest to moment. Podejrzewam, że chodzi o moment na cząsteczkę chemiczną, ale jeśli tak, to zastanawiające jest, dlaczego w polu 5.5 T moment osiąga wartość tylko $0.7 \mu_B$, podczas gdy moment efektywny, wyznaczony z pomiarów podatności jest równy – jak wynika z rys. 4.5 - ok. $2.6 \mu_B$. Wynik taki można by zrozumieć, gdyby przyjąć, że maksymalna wartość momentu mierzonego wzdłuż kierunku pola może wynosić $m \approx 2.1 \mu_B$ (co odpowiadałoby wartości momentu efektywnego $\sqrt{m(m+1)} = 2.6 \mu_B$) i że badany materiał wykazuje bardzo silną anizotropię jednoosiową (tak jak SmNi_5 lub UCuP_2). Wtedy można by założyć, że w przybliżeniu 1/3 ziaren polikrystalicznej próbki ma oś łatwą zorientowaną równolegle do przyłożonego pola i tylko ta część daje wkład do mierzonego namagnesowania, co oznaczałoby, że średni moment jest równy ok. $0.7 \mu_B/\text{f.u.}$ Stanowiłoby to potwierdzenie hipotezy, że mamy do czynienia z silnie anizotropowym ferromagnetykiem o wąskich ścianach domenowych. Chciałbym, żeby Autor odniósł się do tej kwestii podczas obrony.

4. Analizując wyniki pomiarów efektu Halla, Autor wykreśla na rys. 4.41, 4.43a i 5.12 na tych samych wykresach i w tych samych jednostkach zarówno normalny współczynnik Halla, R_0 , jak i anomalny współczynnik, R_s , a równocześnie w tekście stwierdza, że w celu ich wyznaczenia stosował wzór (4.14) lub – identyczny z nim – wzór (5.2). Skoro Autor podaje wartości współczynnika Halla w m^3/C i wprowadza do wzoru (4.14) przenikalność magnetyczną próżni μ_0 , to wnoszę, że posługuje się układem SI. Ale jeśli tak, to stosunek M/H jest wielkością bezwymiarową, bo oba parametry wyrażane są w A/m , a μ_0 ma wymiar, tzn. jest równa $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$. Jak więc Autor uzyskał wartości R_s w takich samych jednostkach jak R_0 , tj. w m^3/C ? Prosiłbym o wyjaśnienie tej kwestii na obronie.
5. Autor przeprowadził pomiary efektu Halla w monokryształe $\text{UPd}_{0.32}\text{Ru}_{0.68}\text{Ge}$ dla dwóch różnych orientacji pola i prądu. Następnie wyznaczył normalną R_0 i anomalną R_s część współczynnika Halla dla każdej z tych orientacji, po czym – korzystając z relacji $n = 1/R_0$ – oszacował koncentrację nośników n dla każdej orientacji. Otrzymał wartości różne (różniące się ok. trzykrotnie) i – bez słowa komentarza – wykreślił ich zależności temperaturowe. No, ale przecież koncentracja występująca we wzorze na R_0 jest parametrem materiałowym, określonym dla zerowej wartości pola magnetycznego, a więc nie może zależeć od tego, wzdłuż którego kierunku patrzymy na kryształ. Myślę, że Autor powinien zaznaczyć, że korzystał ze wzoru wyprowadzonego dla pasma przewodnictwa o symetrii sferycznej, a w przypadku materiału o dużej anizotropii typu „łatwa płaszczyzna” (istnienie takiej anizotropii

- dla składu $x=0.68$ wykazały pomiary magnetyczne) pasma elektronowe też mogą nie być sferyczne, a więc zastosowany wzór może nie obowiązywać i podane koncentracje są jedynie grubym oszacowaniem. W następnym kroku Autor wyznaczył masę efektywną nośników ze wzoru (4.34). Jest to jeszcze dalej idące przybliżenie, gdyż wyprowadzając ten wzór, zakłada się nie tylko sferyczność, ale również paraboliczność pasma przewodnictwa. Nie dziwi więc, że Autor uzyskał dwie różne wartości masy efektywnej. (Na marginesie – we wzorze (4.34) jest pomyłka, gdyż czynnik k_B^2 powinien znajdować się poza znakiem pierwiastka.)
6. Porównując rys. 5.14 i wzór (5.3) z analizą kąta Halla przedstawioną poniżej wzoru (5.3), można zauważyć, że Autor – przez pomyłkę - zamienił w niej wyniki otrzymane dla $j||a$ i $j||c$, a także oznaczył literą α parametr β i na odwrót.
 7. Analizując rezultaty pomiarów podatności DC, Autor uległ dość popularnej i powielanej w wielu pracach manierze podawania, bez żadnego komentarza, informacji, że podatność wyraża się wzorem (4.1). Jak wiadomo, podatność objętościowa, definiowana jako stosunek namagnesowania w A/m do natężenia pola magnetycznego w A/m, jest wielkością bezwymiarową. Tymczasem drugi składnik wzoru (4.1) ma wymiar kwadratu efektywnego momentu magnetycznego na kelwin, $(\text{Am}^2)^2/\text{K}$. Rozumiem, że tajemnicza bezwymiarowa liczba 8 ma w jakiś sposób zapewnić zgodność jednostek, niemniej jednak proszę Autora o wyjaśnienie na obronie: co i w jakich jednostkach podstawiał do wzoru (4.1), żeby uzyskać: (i) zależności wykreślone liniami ciągłymi na rys. 4.4 i 6.3, (ii) wartości momentu efektywnego podane na rys. 4.5 i w tab. 6.1, (iii) wartości χ_0 podane w tab. 6.1. A może Autor stosował wzór: $\chi(T) = \chi_0 + N_A(\mu_{eff})^2/[3k_B(T+\theta_p)]$, zamieszczony w swojej pracy nr 3 (*J. Solid State Chem.* 226, 50 (2015))?
 8. Na str. 72 Autor stwierdza: „W przypadku składów 68%, 70% i 75% rutenu [rys. 4.27 – 4.29] magnetoopór zmienia znak z dodatniego na ujemny w okolicy $T=5\text{ K}$ ”. W przypadku składów 70% i 75% tak jest istotnie, ale z rys. 4.27, 5.6 i 5.7 wynika, że dla składu 68% magnetoopór jest ujemny w całym zakresie temperatur. Poza tym Autor nie podaje na rysunku 4.27, która zależność została zmierzona w polu zerowym, a która w polu 5 T.
 9. W ostatnim akapicie na str. 73 Autor pisze: „Na skutek przyłożonego pola magnetycznego, opór resztkowy, ρ_0 nie wykazuje praktycznie żadnych zmian, co świadczyć może O BRAKU ROZPRASZANIA nośników ładunku w składowej oporu elektrycznego” (interpunkcja oryginalna, podkreślenie moje). Przecież jeżeli opór elektryczny jest niezerowy, to nośniki muszą być rozpraszane. Może chodzi o rozpraszanie na momentach magnetycznych?
 10. Na str. 76 w tab. 4.5 podane są m.in. parametry dopasowania wyrażenia (4.11) do zmierzonych temperaturowych zależności oporu dla próbki $x=0.68$. Jednak w tabeli brak jest wartości c_K , co uniemożliwia czytelnikom odtworzenie uzyskanej krzywej teoretycznej.
 11. Na str. 80 Autor pisze, że dla składów $x > 0.6$ współczynnik Halla „wzrasta liniowo wraz ze spadkiem temperatury”, tyle że z rys. 4.38 wynika, że jest to zależność liniowa wtedy, gdy T przedstawione jest w skali logarytmicznej, a więc nie jest to zależność liniowa od T .
 12. Autor stwierdza, że rys. 4.40b przedstawia „zależność współczynnika Halla od $\mu_0 \cdot M/H$ dla pola o indukcji magnetycznej 5 T”. W rzeczywistości rysunek przedstawia zależności wyznaczone dla szeregu ustalonych temperatur w funkcji pola, gdyż dla ustalonej wartości $B=5\text{ T}$ stosunek M/H byłby stały. Poza tym Autor zapewne chciał napisać B zamiast H (inaczej czynnik $\mu_0 \cdot M/H$ miałby wymiar T·m/A) oraz nie opisał osi rzędnych na rys. 4.40b.

13. Na str. 95 czytamy: „ C_{el}/T nie jest stałą w niskich temperaturach, wzrasta wraz z obniżaniem temperatury według funkcji potęgowej $C_{el}/T \sim (T)^{1/2}$ ”. W rzeczywistości funkcja $(T)^{1/2}$ maleje wraz z obniżaniem T , a wzrost stosunku C_{el}/T opisuje bardziej złożona relacja (4.30).
14. Podrozdział 4.6.2 zatytułowany jest „Fenomen hybrydyzacji”. Akurat w tym przypadku sformułowanie „Zjawisko hybrydyzacji” byłoby dużo bardziej właściwe.
15. W podrozdziale „5.6 Dyskusja wyników” Autor pisze: „Pomiary [...] ujawniły silną anizotropię magnetokrystaliczną w płaszczyźnie (bc), z kierunkiem trudnego namagnesowania wzdłuż osi a .” Jest to sformułowanie nieprecyzyjne, bo w rzeczywistości anizotropia jest silna, ale typu „łatwa płaszczyzna”, z kierunkiem trudnego magnesowania wzdłuż osi a i łatwą płaszczyzną bc . Anizotropia w samej płaszczyźnie bc nie jest już duża.
16. Zastanawia mnie rysunek 6.11. W tekście Autor pisze, że przedstawia on „kilka IZOTERM $M(T)$ zmierzonych dla $x=0.8$ w dwóch trybach: ZFC oraz FC”. Zdanie to jest pozbawione sensu, gdyż słowo „izoterma” oznacza proces zachodzący w stałej temperaturze, a Autor przedstawia zależność M od temperatury przy różnych, ustalonych wartościach pola, a więc nie są to izotermy, a krzywe „izopolowe”. Z kolei na samym rysunku widzimy, że powyżej T_c namagnesowanie jest bliskie 0, i to jest zgodne z oczekiwaniami, ale zależności ZFC zmierzone w niewielkich polach zaczynają się w niskich temperaturach nie od wartości zerowej albo od wartości nieznacznie dodatnich, a od wyraźnie ujemnych wartości namagnesowania. Zastanawiam się, co jest tego przyczyną. Czy w rzeczywistości próbka była chłodzona w polu zerowym, czy w niezerowym polu resztkowym o indukcji rzędu 5 mT, skierowanym przeciwnie do pola, w którym później dokonywano pomiaru?
17. Zastanawia mnie rysunek 6.13b. W tekście Autor pisze: „Dodatkowo określono $0 T - \chi$, które wraz z wartością M_s umieszczono na wykresie 6.13b).” Dalej, w podpisie pod rysunkiem czytamy, że na rys. 6.13b przedstawione są: „Spontaniczne namagnesowanie M_s ograniczone wysokim polem magnetycznym i podatność magnetyczna zmierzona w zerowym polu od dolnej granicy pola w funkcji temperatury”. Niezbyt rozumiem ten fragment, ale sądzę, że ciąg znaków: „ $0 T - \chi$ ”, oznacza tzw. podatność zeropolową, wyznaczoną z ekstrapolacji krzywych Arrota dla $T > T_c$ - do punktów przecięcia z osią $M^2=0$. Z kolei namagnesowanie nasycenia wyznaczono chyba z ekstrapolacji krzywych Arrota dla $T < T_c$ - do punktów przecięcia z osią $B/M=0$. Liczę, że autor wyjaśni tę kwestię na obronie.
18. Analizując temperaturową zależność ciepła właściwego $\text{UPd}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{Ge}$, rys. 6.27, Autor stwierdza, że zależność powyżej T_c przedstawił jako sumę wkładu elektronowego i fononowego, opisanego w modelu Debye’a (6.12), a zależność poniżej T_c opisał korzystając ze wzoru (6.13), przedstawiającego sumę wkładów elektronowego i magnonowego. Zastanawia mnie pewna niekonsekwencja. Jeżeli Autor oszacował już wkład fononowy (bazując na punktach zmierzonych powyżej T_c), to dlaczego nie odjął tego wkładu od całkowitego zmierzonego ciepła i nie zastosował (6.13) tylko do tej różnicy? Stosując (6.13) do całego zmierzonego ciepła Autor nie uwzględnił tego, że w niskich temperaturach wkład fononowy też istnieje. Dalej, skoro Autor wyznaczył już współczynnik Sommerfelda z pomiarów wysokotemperaturowych, to jaki sens ma dopasowywanie powtórnie parametru γ dla części niskotemperaturowej (wzór (6.13))? Nie jest też poprawne to, że liczbę atomów w cząsteczce Autor oznaczył symbolem n_D we wzorze (6.12), a innym symbolem, n , w opisie zamieszczonym pod wzorem. Oczywiście rozumiem, że Autor traktuje n jako parametr

dopasowania, jednak wiadomo, że wielkość $3 \cdot n \cdot N_A$ jest interpretowana jako liczba modów fononowych w jednym molu związku, a więc niecałkowita wartość $n=2.5$ (zamiast $n=3$) wymagałaby skomentowania. To samo dotyczy niecałkowitych wartości n_D i n_E podanych poniżej wzorów (4.32) i (6.15).

19. We wzorze (6.16), w mianowniku brakuje czynnika μ_0 .
20. W tab. 6.6 Autor podaje wartości współczynnika Wilsona obliczone zgodnie ze wzorem (6.18). Jednak, jak sprawdziłem, dla składów 0.2 i 0.3 w obliczeniach popełniono pomyłkę, gdyż wartości obliczone zgodnie ze wzorem (6.18) to, odpowiednio, 30 i 1.75, a nie 88 i 4.8, jak podaje Autor. Wartości podane przez Autora uzyskuje się, jeżeli do (6.18) podstawia się zamiast $\mu_{eff}^2 = \mu_{eff}[\mu_B]^2 \cdot \mu_B^2$ wartość $\mu_{eff}^2 = \mu_{eff}[\mu_B] \cdot \mu_B^2$, tzn. jeżeli zapomni się podnieść do kwadratu moment efektywny wyrażony w magnetonach Bohra ($\mu_{eff}[\mu_B]$). Dobrze byłoby, żeby Autor sprawdził przed obroną, jak to wygląda w przypadku innych składów. Zauważona pomyłka nie ma większego znaczenia, gdyż wyciągnięty przez Autora główny wniosek, że ze wzrostem x wartość R_w najpierw maleje, osiąga minimum dla $x=0.6$, a następnie wzrasta aż do $x=0.9$, pozostaje słuszny.
21. Na ostatniej stronie rozdz. 7. „Główne wnioski” czytamy: „porządek antyferromagnetyczny momentów uranu powstaje przy ilości elektronów $d \sim 8.2$ i zanika przy około 9.5/mol”. W tym stwierdzeniu jest ewidentna pomyłka. Chodzi o liczbę elektronów na molekułę, czyli z ang. na f.u., a nie na mol. To samo dotyczy liczby 8.2 elek/mol podanej na str. 157.

Pewnego komentarza wymaga strona redakcyjna pracy. Autor zaproponował bardzo dobry - logiczny i interesujący – konspekt rozprawy. Zaplanował rozpoczęcie jej od krótkiego przedstawienia zagadnień teoretycznych związanych rozprawą, a dalej omówienie kolejno: stosowanych technik pomiarowych, rezultatów badań rodziny $U(PdRu)Ge$, rezultatów badań najbardziej intrygującego materiału $UPd_{0.32}Ru_{0.68}Ge$, rezultatów badań rodziny $U(PdCo)Ge$ i najważniejszych wniosków. Szkoda, że realizując ten konspekt, Autor popełnił mnóstwo błędów językowych. Jako przykład przytaczam trzy zdania z podrozdziału 4.6.2 z zachowaniem oryginalnej pisowni: *„Ewolucja magnetyczna w $UPd_{1-x}Ru_xGe$ wydaje się być związana ze wzrostem stopnia delokalizacji elektronów 5f przy jednoczesnym spadku elektronów sd w układzie. Taki przebieg magnetycznego uporządkowania w skorelowanych elektronach 5f często jest opisywana w odniesieniu do prostego diagramu Doniacha [...], w którym to rozważa się ...”*. *„Ponadto, obecność oddziaływań RKKY, których oscylująca funkcja falowego wektora Fermiego oraz odległości między jonami magnetycznymi, jest w stanie wyjaśnić dlaczego antyferromagnetyczny czy ferromagnetyczny stan, istnieje w badanych roztworach stałych.”*. Oczywiście mam świadomość, że wszystkim nam zdarza się popełniać błędy językowe, jednak przytoczone zdania nie są odosobnionymi potknięciami, wyszukanyymi w 170-stronicowej rozprawie przez „złośliwego” recenzenta. W rzeczywistości co drugie lub co trzecie zdanie pracy zawiera takie błędy. Gdyby rozważaną rozprawę przedstawiał cudzoziemiec, który zaczął uczyć się języka polskiego jako osoba dorosła, oceniłbym językową stronę pracy bardzo wysoko i wyraził uznanie, że autor był w stanie tak dobrze opanować nasz trudny język. Jeżeli jednak przyjmiemy, że pracę przedstawia osoba, która posługuje się językiem polskim od dziecka i przeszła cały cykl kształcenia, zakończony egzaminem maturalnym, a jest to – o ile mi wiadomo – przypadek autora rozprawy, to liczba błędów językowych zadziwia. Uważam, że Autor nie przeprowadził starannej korekty pracy. W kilku miejscach są również w rozprawie dosłowne tłumaczenia angielskich konstrukcji językowych, które w języku polskim nie mają sensu. Na

przykład Autor pisze o „objętości namagnesowania”, co przypuszczalnie jest tłumaczeniem zwrotu „volume magnetization”, o „wpływie na kolejność przejścia fazowego” (str. 105), co przypuszczalnie jest tłumaczeniem zwrotu „influence on the order of the phase transition”. Niestaranność przygotowania pracy widoczna jest również w prezentacji wyników, np. oprócz pomyłek wymienionych w części dotyczącej merytorycznej strony pracy, zauważyłem m.in., że we wzorze (3.10) brakuje w mianowniku I ; na rys. 4.30 nie wyjaśniono, co oznaczają różne kolory symboli dla $T=5$ i 30 K; na str. 111 napisano, że RRR jest ~ 1.5 , a z rys. 5.4 wynika, że $RRR \sim 1.05$; podpis pod rys. 5.10 jest skopiowany z rys. 5.9 i nie opisuje poprawnie rys. 5.10. Autor w swoich publikacjach nr 1, 2 i 3 rozpatruje rodzinę $U(Pd,Ru)Ge$, a w pracy 5 - $U(Pd,Co)Ge$, przy czym stosuje w nich odwrotne oznaczenie składu niż w rozprawie, tzn. w wymienionych pracach składy o $x=0$ to związki $URuGe$ i $UCoGe$, a w rozprawie skład o $x=0$ to $UPdGe$. Autor na ogół o tym pamięta (np. konstruując diagramy fazowe przedstawione na rysunkach 7.1 i 7.2), jednak w niektórych miejscach pracy mylą mu się oznaczenia. Na przykład na str. 55 pisze, że wartość momentu efektywnego w rodzinie $UPd_{1-x}Ru_xGe$, która dla $x=0$ wynosi $2.9 \mu_B$ liniowo maleje „wraz ze stopniowym **wprowadzaniem** elektronów d do układu”. O ile dobrze rozumiem, zastępowanie palladu rutenem wiąże się ze **zmniejszaniem** liczby elektronów d . W rozdziale „Główne wnioski” na str. 157 Autor pisze: „stwierdzono, że związek $x=0.9$ podobnie jak $UPdGe$ wykazuje dwa przejścia magnetyczne...”, a powinno być $x=0.1$. Podobnie na str. 160 Autor pisze: „Stosunek Sommerfelda [...] wzrasta ze wzrostem x , i osiąga maksymalną wartość 126 mJ/molK^2 w składzie $x=0.3$ ”. Jak wynika z tabeli 6.5 współczynnik Sommerfelda osiąga wartość maksymalną nie dla $x=0.3$, a dla $x=0.7$ (i jest to 144.5 , a nie 126).

Konkludując, uważam, że trudno byłoby mi uznać stronę redakcyjną pracy za godną polecenia innym doktorantom, jako wzór do naśladowania. Niemniej jednak przedstawiona rozprawa jest rozprawą z fizyki, a nie z filologii polskiej, w związku z czym stronę redakcyjną należy uznać za istotną, ale jedynie oprawę zasadniczej części merytorycznej, podlegającej ocenie. Jak wspomniałem na początku, wysoko oceniam merytoryczną zawartość rozprawy i uważam, że spełnia ona wymagania stawiane w art. 13 „ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”, tzn. **stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dziedzinie fizyki i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**. Spełnia też wymagania stawiane rozprawom doktorskim w rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 15.01.2004 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. Dodatkowo warto podkreślić, że rezultaty rozprawy zostały już opublikowane w 5 artykułach zamieszczonych w czasopiśmie naukowych, znajdujących się w części A listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W związku z powyższym zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN z wnioskiem o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie pana Daniela Gralaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A. Szewczyk

Andrzej Szewczyk