

Prof. dr hab. Marek Kisielewski
Wydział Fizyki
Uniwersytet w Białymstoku

Ocena osiągnięcia naukowego **dra Michała Antkowiaka** zatytułowanego:
**„Modelowanie i symulacje nanomagnetyków molekularnych
o różnych topologiach oddziaływań i wartościach spinu”**

przygotowana w ramach postępowania
w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauki ścisłe, w dyscyplinie nauki fizyczne.

Niniejszą recenzję przygotowałem w oparciu o Wniosek z dnia 30-09-2023 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, podpisany przez dra Michała Antkowiaka, wraz z załącznikami (wszystkie dokumenty w wersji elektronicznej):

1. Dane wnioskodawcy
2. Odpis dyplomu
3. Autoreferat
4. Wykaz osiągnięć naukowych
5. Teksty publikacji wchodzących w skład osiągnięć naukowych
6. Oświadczenia współautorów o ich wkładzie w powstanie publikacji
7. Potwierdzenia dotyczące aktywności naukowej, popularyzacyjnej i organizacyjnej

oraz w oparciu o obowiązującą aktualnie **USTAWĘ** z dnia 20 lipca 2018 *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, Dz.U. 2018 poz. 1668 (Opracowano na podstawie: t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 742, 1088, 1234, 1672, 1872, 2005, z 2024 r. poz. 124, 227.) – zwanej dalej **USTAWĄ**.

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe składa się z: (1) cyklu dziesięciu publikacji oraz (2) osiągnięcia technologicznego w postaci autorskiego oprogramowania do modelowania nanomagnetyków molekularnych.

Publikacje tworzące osiągnięcie naukowe, oznaczone przez dra Michała Antkowiaka w Autoreferacie numerami od **[A1]** do **[A10]**, są następujące:

[A1] G. Kamieniarz, W. Florek, M. Antkowiak, Universal sequence of ground states validating the classification of frustration in antiferromagnetic rings with a single bond defect, Phys. Rev. B, 92 14 (2015) 140411

[A2] W. Florek, M. Antkowiak, G. Kamieniarz, Sequences of ground states and classification of frustration in odd-numbered antiferromagnetic rings, *Phys. Rev. B*, 94 22 (2016) 224421

[A3] M. Sobocińska, M. Antkowiak, M. Wojciechowski, G. Kamieniarz, J. Utko, T. Lis, New tetranuclear manganese clusters with $[\text{Mn}^{\text{II}}_3 \text{Mn}^{\text{III}}]$ and $[\text{Mn}^{\text{II}}_2 \text{Mn}^{\text{III}}_2]$ metallic cores exhibiting low and high spin ground state, *Dalton Trans.*, 45 17 (2016) 7303–7311

[A4] M. C. Majee, S. M. T. Abtab, D. Mondal, M. Maity, M. Weselski, M. Witwicki, A. Bieńko, M. Antkowiak, G. Kamieniarz, M. Chaudhury, Synthesis and magneto-structural studies on a new family of carbonato bridged, 3d-4f complexes featuring a $[\text{Co}^{\text{II}}_3 \text{Ln}^{\text{III}}_3 (\text{CO}_3)]$ (Ln = La, Gd, Tb, Dy and Ho) core: slow magnetic relaxation displayed by the cobalt(II)-dysprosium(III) analogue, *Dalton Trans.*, 47 10 (2018) 3425–3439

[A5] W. Florek, M. Antkowiak, G. Kamieniarz, The Kahn degenerate frustration points and the Lieb-Mattis level order in heterometallic wheel molecules with competing interactions, *J. Magn. Magn. Mater.*, 487 (2019) UNSP 165326

[A6] M. Antkowiak, G. Kamieniarz, G. A. Timco, F. Tuna, R. E. P. Winpenny, Transferability of the anisotropic spin model coupling parameters in a family of doped chromium-based molecular rings, *J. Magn. Magn. Mater.*, 479 (2019) 166–169

[A7] S. Weissman, M. Antkowiak, B. Brzostowski, G. Kamieniarz, L. Kronik, Accurate Magnetic Couplings in Chromium-Based Molecular Rings from Broken-Symmetry Calculations within Density Functional Theory, *J. Chem. Theory Comput.*, 15 9 (2019) 4885–4895

[A8] M. Antkowiak, M. C. Majee, M. Maity, D. Mondal, M. Kaj, M. Lesiów, A. Bieńko, L. Kronik, M. Chaudhury, G. Kamieniarz, Generalized Heisenberg-Type Magnetic Phenomena in Coordination Polymers with Nickel-Lanthanide Dinuclear Units, *J. Phys. Chem. C*, 125 20 (2021) 11182–11196

[A9] M. Antkowiak, B. Brzostowski, W. Florek, G. Kamieniarz, Metallic core $[\text{Ni}^{\text{II}}_6 \text{Cr}^{\text{III}}]$ as an example of centered heterometallic rings displaying quantum effects, *J. Magn. Magn. Mater.*, 544 (2022) 168701

[A10] R. Lemański, M. Antkowiak, Description of magnetic nanomolecules by the extended multi-orbital hubbard model: Perturbative vs numerical approach, *Lect. Notes Comput. Sci.*, 13827 (2023) 382–391

Osiągnięcie technologiczne w postaci oprogramowane o nazwie „*clique*” zostało w całości stworzone przez dra Michała Antkowiaka i przeznaczone – jak to ujął Habilitant w Autoreferacie – „do modelowania i symulacji nanomagnetyków molekularnych o dowolnej topografii oddziaływań i wartości spinów z wykorzystaniem metody ścisłej diagonalizacji”. Charakteryzując skrótowo swój program, Habilitant napisał dalej tak: „Oprogramowanie umożliwia wykonywanie obliczeń równoległych w środowisku komputerów dużej mocy i zostało wdrożone w wielu krajowych i europejskich centrach superkomputerowych. Uzyskane przy pomocy *clique* wyniki zostały wykorzystane w pracach [A1-A9]”.

Zawartość merytoryczna publikacji od **[A1]** do **[A10]** przedstawia się następująco:

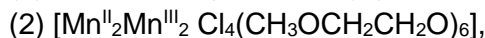
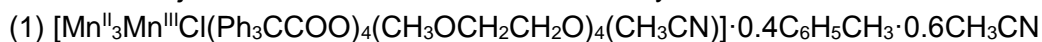
W publikacji **[A1]** zaprezentowano wyniki obliczeń sekwencji stanów podstawowych w nanomagnetykach molekularnych o topologii pierścieniowej, zawierających nieparzystą liczbę spinów n (od 3 do 13), z których każdy miał wartość s (przy czym s przyjmowało wartości półkowe lub całkowite z zakresu $1/2 \leq s \leq 7$). Spiny powiązane ze sobą oddziaływaniami antyferromagnetycznymi, co przy nieparzystej liczbie spinów powodowało występowanie frustracji magnetycznej. Obliczenia wykonano w funkcji zaburzenia wartości α jednego z wiązań, opisując modelowany układ hamiltonianem Heisenberga:

$$\mathcal{H} = \sum_{j=1}^{n-1} s_j \cdot s_{j+1} + \alpha s_n \cdot s_1$$

Stwierdzono występowanie uniwersalnej sekwencji stanów podstawowych oraz uporządkowanie Lieb-Mattisa poziomów energetycznych. Uniwersalna sekwencja stanów podstawowych charakteryzowała się tym, że każdy stan w tej sekwencji miał spin całkowity S o wartości $S \leq s$ i cała sekwencja składa się ze stanów o całkowitym spinie danym przez dozwolone wartości z zakresu określonego przez wartość s (np. w przypadku $s = 5/2$, sekwencja – dla rosnącej wartości α – składała się ze stanów o spinie całkowitym $S = 5/2, 3/2, 1/2, 1/2, 3/2, 5/2$, przy czym stany o takiej samej wartości S były jeszcze różnicowane przez dodatkowy parametr opisujący ich symetryczność lub antysymetryczność). Uporządkowanie Lieb-Mattisa poziomów energetycznych polegało na tym, że w przypadku wyższych poziomów energetycznych o spinie $S' \geq S$, energia poziomów była tym większa, im większa była wartość spinu S' . Uzyskane wyniki były zaskakujące, gdyż wykazały, że analizowane pierścienie o większych rozmiarach ($n > 3$), nie posiadające cechy tzw. dwudzielności, miały właściwości zgodne z teorią Lieb-Mattisa, udowodnioną wcześniej jedynie dla układów dwudzielnych.

Publikacja **[A2]** stanowi kontynuację teoretycznych badań opisanych w pracy **[A1]**. Oprócz pierścieni z nieparzystą liczbą spinów i jednym zaburzonym wiązaniem o wartości α , analizowano tym razem również pierścienie z dodatkowym spinem umieszczonym w centrum pierścienia i powiązany ze wszystkimi pozostałymi zewnętrznymi spinami sprzężeniami zdefiniowanymi przez parametr α . Poszukiwano parametrów stanów podstawowych dla różnych wartości α . We wszystkich przypadkach stwierdzono występowanie uniwersalnej sekwencji stanów podstawowych oraz uporządkowania poziomów Lieb-Mattisa.

W publikacji **[A3]** opisano zsyntetyzowanie dwóch czterojonowych manganowych klastrów o mieszanej wartościowości i wzorach chemicznych:



które od strony eksperymentalnej potraktowano dyfrakcją promieni rentgenowskich (w celu określenia struktury krystalograficznej) oraz magnetometrycznymi pomiarami SQUID-owymi (w celu wyznaczenia magnetyzacji i podatności magnetycznej, SQUID – superconducting quantum interference device), a od strony teoretycznej – modelowaniem fenomenologicznym i obliczeniami opartymi na teorii funkcjonału gęstości (DFT). Uzyskano dobrą zgodność opisu teoretycznego z wynikami eksperymentalnymi. Stwierdzono, że oba klastry są spinowymi układami dwudzielnymi,

w których – zgodnie z teorią Lieba-Mattisa – możliwe są stany podstawowe o najniższym całkowitym spinie równym 1/2 i najwyższym całkowitym spinie równym 9. Ta cecha jest istotna z punktu widzenia ewentualnego wykorzystania takich układów do skonstruowania molekularnego qubitu.

W publikacji **[A4]** opisano syntezę molekuł złożonych z jonów metali 3d i 4f, bazujących na jonach kobaltu i wybranych lantanowców, o wzorze cząsteczkowym:



gdzie Ln = La, Gd, Tb, Dy lub Ho. W skład każdej molekuly wchodziły trzy jony kobaltu oraz trzy jony jednego z lantanowców. Próbki poddano badaniom m. in. rentgenowskim i SQUID-owym. Stwierdzono, że jedynie w przypadku molekuł $\text{Co}^{\text{II}}\text{Gd}^{\text{III}}$ sprzężenie pomiędzy jonami metali było ferromagnetyczne w niskich temperaturach, a w pozostałych przypadkach było antyferromagnetyczne.

Publikacja **[A5]** stanowi kontynuację teoretycznych badań opisanych w pracy **[A2]** i traktuje o układach centrowanych pierścieni spinowych. Tym razem analizowano układy heterometaliczne, to znaczy takie, w których wartość spinu w centrum pierścienia (σ) była inna niż wartości spinów na obwodzie pierścienia (s). Natomiast podobnie jak w publikacji **[A2]**, centralny spin był powiązany ze wszystkimi pozostałymi zewnętrznymi spinami sprzężeniami zdefiniowanymi przez parametr $J' = \alpha J$, gdzie J oznacza sprzężenie pomiędzy sąsiednimi spinami zewnętrznymi. Stwierdzono występowanie uniwersalnej sekwencji wartości spinów w stanie podstawowym w zależności od wartości α , o właściwościach zależnych od relacji pomiędzy wartościami σ i s .

W publikacji **[A6]** zastosowano model Heisenberga z członami opisującymi jednojonową anizotropię jednoosiową oraz anizotropię wymienną do opisu eksperymentalnych niskoenergetycznych widm elektronowego rezonansu paramagnetycznego oraz nieelastycznego rozpraszania neutronów, zarejestrowanych dla molekuł pierścieniowych zawierających siedem jonów chromu oraz jeden jon kadmu, albo niklu albo manganu. Stwierdzono, że model pracuje dobrze i umożliwia wyznaczenie wartości sprzężeń pomiędzy jonami.

Publikacja **[A7]** dotyczy również molekuł pierścieniowych z grupy bazującej na jonach chromu. Tym razem skupiono się na badaniu sprzężeń magnetycznych w pierścieniach Cr_8 , Cr_7Ni oraz Cr_7Zn z wykorzystaniem modelowania wykonanego w ramach teorii funkcjonału gęstości. Stwierdzono, że takie podejście daje w wyniku prawidłowe wartości sprzężeń i że nieempiryczny model spinowego hamiltonianu, zawierający parametry uzyskane z obliczeń DFT, pozwala na uzyskanie doskonałej zgodności z eksperymentalnymi krzywymi podatności i widmami energii.

W publikacji **[A8]** opisano syntezę łańcuchów koordynacyjnych, złożonych z dimerów Ni-Ln, gdzie Ln oznacza: Eu, Gd, Tb, Dy albo Ho. Próbki przebadano z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni, dyfraktometrii rentgenowskiej i SQUID. W wyniku jednoczesnego modelowania fenomenologicznego w oparciu o uogólniony model typu Heisenberga, uzyskano dobrą zgodność z eksperymentalnie zmierzonymi temperaturowymi zależnościami podatności magnetycznej i krzywymi namagnesowania w funkcji pola magnetycznego w temperaturze 2 K. W oparciu o parametry dobrego dopasowania stwierdzono, że w przypadku układów z Gd, Tb, Dy i Ho

sprężenie pomiędzy jonami było ferromagnetyczne, podczas gdy układ Ni-Eu wykazywał właściwości paramagnetyczne.

W publikacji [A9] zaprezentowano badania molekularnego kompleksu zawierającego rdzeń Ni_6Cr o geometrii centrowanego pierścienia z jonem chromu w środku. Dla tego obiektu zarejestrowano temperaturowe zależności podatności magnetycznej oraz zależności namagnesowania od pola magnetycznego w kilku różnych temperaturach (2K, 4K i 6 K) z wykorzystaniem magnetometru SQUID (prawdopodobnie, bo w publikacji brakuje takiej informacji). Dokonano też modelowania tego obiektu za pomocą zarówno podejścia fenomenologicznego, jak też i DFT. Stwierdzono, że jakościowo poprawne parametry uzyskane z obliczeń DFT mogły być następnie poprawione ilościowo z wykorzystaniem metody ścisłej diagonalizacji.

W publikacji [A10] przedstawiono mikroskopowy opis molekuł magnetycznych w ramach rozszerzonego wielo-orbitalowego modelu Hubbarda. Stałe sprzężenia magnetycznego pomiędzy dwoma jonami wyznaczano dwoma różnymi sposobami: albo wykorzystując rachunek zaburzeń, albo analizując odległości pomiędzy najniższymi poziomami energii uzyskanymi poprzez diagonalizację hamiltonianu w rozszerzonym wielo-orbitalowym modelu Hubbarda. Obliczenia wykonane dla pierścienia Cr_8 wykazały, że kulombowskie odpychanie pomiędzy elektronami związanymi z sąsiadującymi jonami zwiększa sprzężenie antyferromagnetyczne pomiędzy tymi jonami, ale ten wzrost może być skompensowany przez skorelowane przeskokki elektronów.

Podsumowując powyższy przegląd zawartości merytorycznej publikacji od [A1] do [A10], pragnę zwrócić uwagę na trzy sprawy:

Po pierwsze: elementami wspólnymi, występującymi we wszystkich publikacjach, są obiekty badań, cele badań i zastosowane metody badawcze. Przedmiotem badań były nanomagnetyki molekularne, czyli układy złożone z niewielkiej liczby (kilku, najwyżej kilkunastu) jonów magnetycznych. Jony te mogły być w różny sposób rozmieszczone w przestrzeni i mogły być ze sobą powiązane różnymi sprzężeniami magnetycznymi. W publikacjach [A1], [A2], [A6], [A7] i [A10] badano pierścienie, w publikacjach [A1], [A2], [A5] i [A9] – pierścienie centrowane, w publikacjach [A3] i [A4] klastry odpowiednio cztero-jonowe i sześć-jonowe, a w publikacji [A9] – łańcuchy koordynacyjne. Wspólnym celem badań było określenie – dla danego nanomagnetyka molekularnego – widma poziomów energetycznych w niskich temperaturach oraz znalezienie wartości spinu w stanie podstawowym. Do tego celu dążono wykorzystując albo tylko modelowania teoretycznie zadanych układów, co miało miejsce w publikacjach [A1], [A2] i [A5], albo modelowania rzeczywistych zsyntetyzowanych molekuł, połączone z dopasowaniami do eksperymentalnie zmierzonych temperaturowych zależności podatności magnetycznej i zależności magnetyzacji od pola magnetycznego w niskich temperaturach, co opisano w publikacjach [A3], [A4], [A6], [A7], [A8] i [A9]. Publikacje [A1]–[A10] zostały opublikowane w latach od 2015 do 2023 w czasopiśmie znajdującym się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Sumaryczny Impact Factor tych publikacji wynosi 32.7 (wg. bazy Web of Science za 2022 rok),

natomiast całkowita liczba punktów ministerialnych osiąga wartość 1160 (wg. wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych z dnia 17.07.2023 MEiN). W związku z takim stanem rzeczy mogę z całym przekonaniem zaklasyfikować oceniane osiągnięcie naukowe w formie dziesięciu publikacji [A1]÷[A10] jako „cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych” i stwierdzić, że warunek określony w Art. 219, ust.1, p.2b USTAWY jest w tym przypadku spełniony całkowicie.

Po drugie: ponieważ wszystkie publikacje [A1]÷[A10] są wieloautorskie, to moim obowiązkiem jako recenzenta jest ocena stopnia spełnienia w tym przypadku wymogu określonego w Art. 219, ust.2 USTAWY stwierdzającego, że recenzowane osiągnięcie „może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego”. Z informacji zawartych w Autoreferacie i w Oświadczeniach współautorów jasno wynika, że udział dra Michała Antkowiaka w tworzeniu serii publikacji polegał głównie na komputerowej aktywności związanej z uzyskiwaniem i przetwarzaniem danych, a bardziej konkretnie na: (1) wykonaniu numerycznych obliczeń poziomów energetycznych badanych układów ([A1], [A2], [A5], [A8], [A9], [A10]); (2) znalezieniu parametrów modelu poprzez dopasowanie podatności magnetycznej ([A3], [A4], [A7], [A8], [A9]); (3) wyznaczeniu sekwencji stanów podstawowych i uporządkowanie Liebmann-Mattisa poziomów energetycznych ([A1], [A2]); (4) badaniu wpływu anizotropii na modelowanie ([A3]); (5) znalezieniu transferowalnych parametrów modelu na podstawie dopasowania widma energetycznego ([A6]); (6) wyznaczeniu spektrum energetycznego molekuł techniką ścisłej diagonalizacji ([A7]); oraz (7) optymalizacji algorytmu i analizy jego wydajności ([A10]). Pomimo tego, że nazwisko Habilitanta znajduje się na pierwszym miejscu na liście autorów tylko w przypadku trzech publikacji ([A6], [A8], [A9]), natomiast w pięciu publikacjach ([A2], [A3], [A5], [A7], [A10]) znajduje się na miejscu drugim, w jednej ([A1]) – na trzecim; i w jednej ([A4]) – na ósmym, to we wszystkich publikacjach widoczne jest jego konsekwentne zaangażowanie w „opracowanie wydzielonego zagadnienia”, które precyzyjnie zostało określone w tytule osiągnięcia jako: „Modelowanie i symulacje nanomagnetyków molekularnych o różnych topologiach oddziaływań i wartościach spinu”. Muszę w tym miejscu podkreślić, że to zaangażowanie ma dodatkowy ogromny ciężar gatunkowy, związany z wykorzystaniem autorskiego oprogramowania stworzonego przez Habilitanta. Bez tego oprogramowania nie byłoby możliwe szybkie i sprawne wykonanie modelowań i przygotowanie publikacji w finalnej postaci. I jeszcze jedna istotna rzecz: publikacje odwołujące się do rzeczywistych molekuł magnetycznych, w tym zwłaszcza te, w których opisano zsyntetyzowanie nowych układów ([A3], [A4]), mają interdyscyplinarny charakter i zawierają duży wkład przygotowany przez przedstawicieli nauk chemicznych, którzy opracowali procedurę pozyskiwania tych skomplikowanych układów i ustalili ich strukturę. W takich przypadkach na ostateczny sukces składa się praca specjalistów z różnych dziedzin. W tym kontekście Habilitant ma swoje dobrze określone miejsce i dopełnia wysiłki innych współautorów, którzy dokonali syntezy chemicznej, wykonali pomiary rentgenowskie lub magnetometryczne, czy też przeprowadzili obliczenia DFT. Dla porządku warto jeszcze dodać, że w przypadku wszystkich 10 publikacji dr Michał Antkowiak brał udział w tworzenie koncepcji pracy i wizualizacja wyników, w przypadku 9 artykułów – uczestniczył w sformułowanie problemu badawczego i w tworzeniu rękopisu, w przypadku 5 prac włączył się w dyskusję wyników i ich analizę.

Biorąc to wszystko pod uwagę, pozytywnie oceniam indywidualny wkład dra Michała Antkowiaka w przygotowanie serii publikacji [A1]-[A10], uwzględniając przy tym także drugi składnik osiągnięcia naukowego w postaci oprogramowania *clique*. Stwierdzam, że warunek określony w Art. 219, ust.2 *USTAWY* jest w tym przypadku spełniony.

Po trzecie: wszystkie wyniki zaprezentowane w publikacjach [A1]-[A10] mają – w mojej opinii – ogromną wartość naukową i są bardzo interesujące. Magnetyczne nanostruktury molekularne stanowią aktualnie jedną z najbardziej intensywnie rozwijanych tematów badawczych współczesnej fizyki magnetyzmu. Wynika to z faktu, że obiekty te – nawet po zsyntetyzowaniu w formie litej próbki – wykazują w niskich temperaturach właściwości kwantowe typowe dla pojedynczej molekuly. Dzieje się tak, ponieważ poszczególne magnetyczne nanostruktury molekularne są od siebie odseparowane poprzez inne grupy jonów, w związku z czym dominującą rolę odgrywają oddziaływania magnetyczne zachodzące wewnątrz danej nanostruktury. Badania magnetycznych nanostruktur molekularnych mają obecnie przede wszystkim charakter badań podstawowych i umożliwiają w miarę łatwą weryfikację wielu hipotez teorii kwantowych. Tym niemniej już teraz przewiduje się możliwe ewentualne zastosowania tych obiektów w pamięciach komputerowych czy też procesorach kwantowych. Magnetyczne sprzężenia wewnątrz danej nanostruktury zależą od rodzaju jonów i od ich rozmieszczenia w przestrzeni. Prowadzą one do uformowania się dyskretnego widma poziomów energetycznych, w którym szczególne znaczenie ma poziom podstawowy. Z uwagi na ewentualne aplikacje praktyczne, poziom ten powinien posiadać liczbę kwantową o wartości albo najmniejszej, albo największej możliwej. Najmniejsza możliwa wartość spinu stanu podstawowego byłaby optymalna w przetwarzaniu informacji kwantowej, a największa – w przechowywaniu informacji. I właśnie ten kontekst ukierunkowuje prowadzone obecnie badania na realizację rzeczywistych magnetycznych nanostruktur molekularnych o odpowiednich właściwościach. W ten nurt wpisują się prace Habilitanta. Ogromna naukowa wartość tematyki podjętej przez Habilitanta, stanowi ważny argument skłaniający mnie do uznania, że oceniane osiągnięcie naukowe stanowi „znaczący wkład” w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Oznacza to, że dr Michał Antkowiak spełnia kluczowy merytoryczny warunek określony w Art. 219, ust.1, p.2 *USTAWY*, konieczny do dopuszczenia go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Wyrażenie powyższego wniosku kończy – w świetle Art. 221, ust. 8 *USTAWY* – moją rolę jako recenzenta. Jednakże zwyczajowo dokonam jeszcze oceny całościowego dorobku naukowego Habilitanta. Otóż dr Michał Antkowiak:

- w 2013 roku uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk fizycznych w zakresie fizyki, na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, broniąc z wyróżnieniem pracę doktorską zatytułowaną: „Analiza numeryczna własności magnetycznych wielocentrowych klastrów molekularnych” (promotor: prof. dr hab. Grzegorz Kamieniarz); oznacza to, że dr Michał Antkowiak spełnia warunek określony w Art.219, ust.1 p.1 *USTAWY*;
- od października 2013 do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; wcześniej, w latach 2007 do 2013, był zatrudniony jako doktorant na Wydziale Fizyki UAM;

- opublikował 6 rozdziałów w monografiach naukowych w latach od 2014 do 2023;
- przed uzyskaniem stopnia doktora, w latach od 2008 do 2013, opublikował 9 artykułów naukowych;
- po uzyskaniu stopnia doktora opublikował 17 prac (w tym 10 prac wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego) w latach od 2013 do 2022;
- legitymuje się sumarycznym współczynnikiem Impact Factor równym ponad 68;
- legitymuje się sumaryczną liczbą punktów MEiN równą ponad 2540;
- posiada – wg. bazy Web of Science – indeks Hirscha równy 10;
- wygłosił 3 konferencyjne wykłady na zaproszenie;
- dokonał 12 prezentacji ustnych oraz 9 plakatów na konferencjach;
- uczestniczył w trzech komitetach organizacyjnych międzynarodowych konferencji naukowych w latach od 2016 do 2022;
- był wykonawcą w 6 grantach przed uzyskaniem doktoratu i w jednym po uzyskaniu doktoratu; był kierownikiem jednego grantu po uzyskaniu doktoratu;
- w roku 2011 przebywał na 3-miesięcznym stażu na Uniwersytecie w Strasburgu CNRS; w 2023 roku przebywał na 3-miesięcznym stażu na Uniwersytecie w Barcelonie;
- był recenzentem w 2 czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, przygotowując łącznie 5 recenzji;
- sprawował opiekę nad jednym magistrantem i był promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim;
- prowadził wykłady, ćwiczenia i laboratoria kursowe na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, także w języku angielskim.

Wszystkie przytoczone powyżej informacje świadczą – według mnie – o tym, że Habilitant przez cały czas „wykazuje się istotną aktywnością naukową ... realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej ..., w szczególności zagranicznej”, co oznacza spełnienie kluczowego merytorycznego warunku określonego w Art. 219, ust.1 p.3 USTAWY.

Podsumowując całość niniejszej recenzji stwierdzam, że – mojej opinii – dr Michał Antkowiak spełnia wszystkie wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w Art. 219, ust.1, p.1-3 USTAWY.

Dlatego wnioskuję o dopuszczenie dra Michała Antkowiaka do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki ścisłej, w dyscyplinie nauki fizyczne.

Marek Kisielewski