

Ocena osiągnięcia naukowego przedstawionego do postępowania habilitacyjnego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Jacka Rzakiewiczza

Niniejsza recenzja została sporządzona na wniosek Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów, która powołała mnie na recenzenta w ww. postępowaniu habilitacyjnym pismem BCK-V-L-10558/19 z dnia 10.10.2019 skierowanym do Dyrektora Narodowego Centrum Badań Jądrowych. W związku z faktem, że postępowanie habilitacyjne dr. Jacka Rzakiewiczza zostało wszczęte 29.04.2019, recenzja została przygotowana zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Postępowanie habilitacyjne prowadzone jest przed Radą Naukową Narodowego Centrum Badań Jądrowych w dziedzinie nauk fizycznych, dyscyplinie fizyka.

Dr Jacek Rzakiewicz jest pracownikiem naukowym Narodowego Centrum Badań Jądrowych zatrudnionym od 2012 roku na stanowisku adiunkta w Departamencie Aparatury i Technik Jądrowych. Doktorat uzyskał w roku 2004 w Instytucie Problemów Jądrowych przedstawiając rozprawę doktorską na temat „Precyzyjna spektroskopia rentgenowska atomów o średnim Z wielokrotnie zjonizowanych na wewnętrznych powłokach elektronowych” wykonaną pod kierunkiem prof. Ziemowida Sujkowskiego. Dyplom magistra fizyki uzyskał na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w roku 1997.

Dr Jacek Rzakiewicz przedstawił do oceny cykl 14 publikacji [A1-A14] zatytułowany „Rozwój metod analizy wysokorozdzielczych widm rentgenowskich powstających podczas procesów zderzeniowych, procesów hamowania i w strukturach plazmowych oraz projektowanie warunków dla zarejestrowania procesu wzbudzenia jądra poprzez wychwyty elektronu”. W autoreferacie Habilitant wyróżnił 5 tematów w ramach przedstawianych badań:

- badanie selektywności w produkcji stanów S i P powstających w jonach helo-berylopodobnych podczas zderzeń jon-atom [A1, A3],
- badanie oddziaływania pojedynczego fotonu z elektronami atomu prowadzącego do powstawania atomów podwójnie zjonizowanych na powłoce K [A5, A9],
- analiza wysokorozdzielczych widm rentgenowskich powstających podczas procesów hamowania jonów w tarczach stałych [A2, A4],
- analiza wysokorozdzielczych widm rentgenowskich powstających w strukturach plazmowych [A6, A7, A8, A12, A13],
- wyznaczanie optymalnych warunków koniecznych do obserwacji wzbudzenia stanu izomerycznego w wyniku wychwyty elektronu do niezapełnionej powłoki elektronowej atomu [A10, A11, A14].

Opisane badania łączą aspekty fizyki atomowej oraz fizyki jądrowej. Wśród przedstawionych do oceny prac są także publikacje opisujące techniczne rozwiązania systemów detekcyjnych promieniowania X, które są stosowane w diagnostyce wysokotemperaturowej plazmy w urządzeniach typu tokamak.

Analiza osiągnięcia naukowego przedstawionego do postępowania habilitacyjnego

Ciekawym obszarem zainteresowania fizyki atomowej są układy silnie zjonizowane takie jak jony wodoropodobne i helopodobne. Jony helopodobne są najprostszymi układami wieloelektronowymi, stanowią, więc unikalny układ pozwalający na weryfikację modeli teoretycznych opisujących wpływ wzajemnego oddziaływania elektronów na strukturę stanów atomowych oraz na prawdopodobieństwa zajścia takich procesów jak jonizacja, wzbudzenie i wychwytywanie elektronów.

Tematyka prac A1 i A3 dotyczy badania produkcji stanów S i P powstających w jonach helo- i berylopodobnych podczas zderzeń jon - atom tarczy przy energiach wiązki 98 i 398 MeV/A. W eksperymencie jony litopodobne uranu U^{89+} zderzane były z tarczą gazową azotu N_2 . Rejestrowano widma rentgenowskie towarzyszące zderzeniom jon-atom przy pomocy układu detektorów germanowych umieszczonych wokół tarczy. Analiza widm prowadzona była w koincydencji z wybranymi stanami ładunkowymi U^{90+} oraz U^{88+} wytwarzanymi poprzez proces jonizacji i wychwytywania elektronu podczas zderzeń jonów wiązki z atomami tarczy. Wykazano, że proces jonizacji powłoki K jonów uranu U^{89+} w zderzeniach z lekką tarczą gazową jest bardzo selektywny i prowadzi do populacji stanów 2^1S_0 i 2^3S_1 w produkowanych jonach U^{90+} . Wyznaczono względne prawdopodobieństwa tworzenia stanów S w wyniku jonizacji powłoki K jonów uranu litopodobnych U^{89+} . Zaproponowano prosty model tzw. „nagłej zmiany potencjału”, w którym prawdopodobieństwo utworzenia helopodobnego stanu S w wyniku jonizacji zależy jedynie od przekrywania się początkowej funkcji falowej elektronu 2s w jonie U^{89+} z końcową funkcją falową dla konfiguracji U^{90+} (czyli 2^1S_0 i 2^3S_1). Po analizie danych eksperymentalnych intensywności przejść rentgenowskich stwierdzono, że model ten działa dla wyższej energii jonów uranu – zderzenia przy energii wiązki 398 MeV/u, zaś dla niższej energii wiązki 98 MeV/u, przestaje odtwarzać wyniki pomiarowe.

W eksperymencie zarejestrowano także widma rentgenowskie w koincydencji z wychwytem elektronu do jonów U^{89+} , w których zaobserwowano struktury widmowe związane z radiacyjnym wychwytem elektronu do wyższych powłok elektronowych (L, M aż do Q, czyli $n=7$). W pracy [A3] zaproponowano wykorzystanie struktury takich widm rentgenowskich do analizy profili Comptona lekkich tarcz atomowych i molekularnych.

W kolejnej serii prac opisano badania oddziaływania pojedynczego fotonu z elektronami atomu prowadzące do powstania atomowych podwójnie zjonizowanych na powłoce K: K^{-2} . Stany atomowe podwójnie zjonizowanych na powłoce K są stanami o najkrótszych czasach życia, poniżej 1 fs. Możliwe rozpady takich stanów to przejścia Auger oraz przejścia radiacyjne jednoelektronowe (one-electron one-photon) i dwuelektronowe. Przejścia jednoelektronowe deekscytują stany $1s^{-2}$ do poziomów $1s^{-1}2p_{1/2}^{-1}$ lub $1s^{-1}2p_{3/2}^{-1}$ i są to tak zwane przejścia hipersatelitarne $K^h\alpha_1$ i $K^h\alpha_2$. Pomiar ich szerokości w widmach rentgenowskich dostarcza informacji o czasach życia stanów atomowych podwójnie zjonizowanych na powłoce K. Przeprowadzone ostatnio precyzyjne pomiary szerokości przejść satelitarnych pokazały, że wartości eksperymentalne są wyraźnie wyższe od oszacowań teoretycznych.

W opisanych w pracy A5 badaniach uwzględniono efekt otwartej powłoki walencyjnej (open-shell valence configuration effect, OVC), czyli założono, że w przypadku atomów otwartopowłokowych dla każdego rodzaju przejścia hipersatelitarnego istnieje wiele stanów początkowych K^{-2} i końcowych $K^{-1}L^{-1}$, zaś przejście składa się z superpozycji zachodzących na siebie komponentów, co powoduje zwiększenie jego efektywnej szerokości. Symulowane widma rentgenowskie uzyskane przy tym założeniu znacznie lepiej odtwarzają obserwowane poszerzenie przejść satelitarnych. Kolejny uwzględniony w modelowaniu efekt mający wpływ na poszerzenie przejść satelitarnych to jonizacja i wzbudzenia elektronów zewnętrznych powłok atomowych (outer-shell ionization and excitation, OIE). Dla opisu tego zjawiska zaproponowano dwa różne scenariusze procesu strącania elektronów walencyjnych w obszarze wysokich energii oraz w obszarze średnich i niskich energii. Decydującym parametrem jest tutaj stosunek energii fotonów do energii wiązania elektronów K w atomie. W drugim scenariuszu oba elektrony są usuwane z powłoki K w tym samym czasie, co sprawia, że

elektrony walencyjne odczuwają dużą zmianę potencjału. W konsekwencji znacznie rośnie prawdopodobieństwo strząsania elektronów zewnętrznych powłok atomowych, co powoduje poszerzenie linii hipersatelitarnych w widmach rentgenowskich atomów podwójnie zjonizowanych na powłoce K.

W pracy A9 związanej z badaniem atomów podwójnie zjonizowanych na powłoce K wyznaczono charakterystyki przejść dwuelektronowych, poprzez które takie stany mogą się również rozpadać. Habilitant stworzył tu zaawansowany model teoretyczny takich przejść, który podobnie jak w przypadku badania poszerzenia linii hipersatelitarnych uwzględnia efekt otwartej powłoki walencyjnej oraz efekt silnej jonizacji i wzbudzenia elektronów zewnętrznych powłok atomowych. Model ten został z sukcesem użyty do odtworzenia charakterystyk przejść dwuelektronowych zmierzonych w precyzyjnym eksperymencie synchrotronowym przez grupę Hoszowskiej et al. Między innymi, obliczono szerokości radiacyjne i bezradiacyjne stanów K^{-2} (stany początkowe) oraz $L_1^{-1}L_{2,3}^{-1}$ (stany końcowe).

Odrębnym tematem badań była analiza widm rentgenowskich powstających w procesie hamowania wiązki jonów w stałej tarczy – praca A4. Do ciekawie zaprojektowanego eksperymentu użyto tarcz SiO_2 o obniżonej gęstości sporządzonych w technologii krzemu rozrzedzonego w postaci aerozolu oraz wiązki jonów Ca o energii 11,4 MeV/A, która była całkowicie zatrzymywana w 25 mm tarczy. Charakterystyczne promieniowanie rentgenowskie serii K emitowane przez jony wiązki oraz tarczy rejestrowane było przy użyciu spektrometru dyfrakcyjnego ze sferycznie wygiętym kryształem miki. Widma były rejestrowane z wysoką rozdzielczością przestrzenną rzędu kilkudziesięciu μm wzdłuż ścieżki hamowania jonów w tarczy. Zmierzone przesunięcia dopplerowskie linii pochodzących od jonów Ca zostało wykorzystane do precyzyjnego określenia ich prędkości.

Zanalizowano widma rentgenowskie emitowane przez ośrodek hamujący, które zawierają następujące składowe: linie $K\alpha L^0$, odpowiadające przejściom $2p \rightarrow 1s$ w atomie Si jednokrotnie zjonizowanym na powłoce K, oraz linie satelitarne $K\alpha L^N$, odpowiadające przejściom $2p \rightarrow 1s$ w atomie Si jednokrotnie zjonizowanym na powłoce K z dodatkowymi N dziurami w powłoce N. Energie przejść satelitarnych $K\alpha L^N$ są wyższe niż energie przejść $K\alpha L^0$ ze względu na zmniejszone ekranowanie ładunku pochodzącego od jądra. Przesunięcia energetyczne przejść satelitarnych zależą od liczby dziur w powłoce L. Informacja o stopniu jonizacji powłok walencyjnych ma kluczowe znaczenie dla stwierdzenia, czy w procesie hamowania jonów dochodzi do tworzenia wokół ich toru nanostruktur plazmowych.

Analizy pozwoliły na wyznaczenie intensywności i energii promieniowania rentgenowskiego $K\alpha L^N$ emitowanego przez atomy ośrodka hamującego w różnych fazach procesu hamowania. Wykazały redukcje przesunięć energetycznych linii satelitarnych $K\alpha L^N$ względem linii $K\alpha L^0$, co jak stwierdzono jest efektem chemicznego wzbogacenia elektronowego struktury walencyjnej zjonizowanych atomów Si. Zweryfikowano również hipotezę tworzenia wokół toru hamujących jonów nanostruktur plazmowych, która okazała się sprzeczna z obserwowanym brakiem jonizacji powłoki M, która nie tylko nie jest zjonizowana, lecz przeciwnie wzbogacana jest dodatkowymi elektronami walencyjnymi.

W kolejnej części autoreferatu przedstawiono bogaty materiał dotyczący analizy widm rentgenowskich emitowanych z wysokotemperaturowej plazmy w urządzeniach typu tokamak. Habilitant uczestniczył w projekcie modernizacji diagnostyki rentgenowskiej tokamaka JET w Culham, Wielka Brytania. W ramach projektu zaproponowano konstrukcję spektrometru bazującego na tzw. kołowej geometrii Johanna z dwoma kanałami transportu promieniowania rentgenowskiego o długości 20 m, którymi fotony przesyłane są do komory z kryształami dyfrakcyjnymi a następnie do gazowych detektorów rentgenowskich. Pozwala to na rejestrację dwóch grup spektralnych zawierających diagramy emisyjne dla trzech kolejnych rzędów odbicia. Dwie linie diagnostyczne są od siebie odizolowane, co pozwala na niezależną rejestrację wybranej grupy spektralnej. Na końcu

kanałów diagnostycznych zainstalowano detektory gazowe typu GEM, pokrywające stosunkowo duży obszar detekcji i rejestrujące energię i pozycję fotonów.

Zastosowanie detektorów gazowych typu GEM do tak skonstruowanego spektrometru promieniowania rentgenowskiego zostało opisane w opublikowanej w Nuclear Instruments and Methods pracy A6, której pierwszym autorem jest Dr Jacek Rządkiwicz, zaś cały spektrometr opisano w pracy A7 opublikowanej w Review of Scientific Instruments, w której Habilitant jest drugim autorem.

Tak skonstruowany spektrometr został użyty do pomiaru widm spektralnych jonów wolframu w plazmie centralnej tokamaka JET. Ponieważ widma te mają bardzo skomplikowaną strukturę konieczna było wcześniejsza kalibracja i weryfikacja procedury rekonstrukcji widm. Została ona wykonana w oparciu o pomiary widm rentgenowskich jonów wolframu W^{45+} oraz W^{46+} na elektronowej pułapce jonowej (Electron Beam Ion Trap, EBIT) w Szanghaju – procedura ta została opisana w pracy A12. Precyzyjna kalibracja pozwoliła na wyznaczenie długości fal linii miedzi- i nikłopodobnych ($q=74-45=29$ i $q=74-46=28$) wolframu. Wyniki te, podane z wcześniej nieosiągalną dokładnością, zostały wciągnięte do ogólnodostępnej bazy danych National Institute of Standards and Technology (NIST).

Szczegółowa analiza widm rentgenowskich rejestrowanych w tokamaku JET została opisana w pracy A8. Wykonano teoretyczną rekonstrukcję widm przy użyciu pakietu obliczeniowego FAC oraz zaawansowanych rachunków MCDF-RCI (Multiconfiguration Dirac-Fock – Relativistic Configuration Interaction). Odtworzono z dużą dokładnością długości linii spektralnych niklo- i miedziopodobnych jonów wolframu. Wykazano, że wcześniejsze obliczenia niedoszacowują wartości pomiarowych długości linii spektralnych jonów wolframu. Tym samym, ustanowiono nowy standard dla pomiarów i interpretacji promieniowania rentgenowskiego w tokamaku JET, a także w innych tokamakach, w których w pierwszej ścianie urządzenia wykorzystany jest wolfram, na przykład WEST czy ITER.

Ostatni cykl prac omówiony w autoreferacie dotyczy badań proponowanego mechanizmu uwolnienia energii jądra uwięzionej w długożyciowym stanie izomerycznym poprzez wzbudzenie go do stanu pośredniczącego w wyniku wychwytu elektronu do niezapełnionej powłoki elektronowej (Nuclear Excitation by Electron Capture, NEEC). Długożyciowe izomery jądrowe są od jakiegoś czasu brane pod uwagę, jako sposób wydajnego magazynowania dużych ilości energii. Wydajność takiego przechowywania energii jest potencjalnie wielokrotnie wyższa od ogniw chemicznych. Problemem jest natomiast efektywne „ładowanie” oraz „rozładowywanie” na żądanie energii zmagazynowanej w izomerach.

Proces rozładowania izomeru poprzez wzbudzenie go do stanu pośredniczącego w wyniku wychwytu elektronu do niezapełnionej powłoki elektronowej został zbadany na przykładzie stanu izomerycznego $21/2^+$ o energii 2425 keV i czasie połowicznego rozpadu $T_{1/2} = 6,85$ h w izotopie ^{93}Mo . W tym przypadku stan pośredniczący to poziom $17/2^+$ leżący niecałe 5 keV powyżej stanu izomerycznego. Stan pośredniczący się do stanu podstawowego jądra poprzez emisję kaskady kwantów gamma, energia pierwszego przejścia w tej kaskadzie wynosząca 268 keV jednoznacznie identyfikuje, że mamy do czynienia z rozpadem stanu $17/2^+$, a nie z rozpadem bezpośrednim izomeru $21/2^+$.

Jądra ^{93}Mo w stanie izomerycznym były populowane w reakcjach jądrowych $^{90}\text{Zr} + ^7\text{Li}$ na akceleratorze ciężkich jonów ATLAS w Argonne National Laboratory. W odległości 3 mm za tarczą litową umieszczono tarczę ^{12}C , w której, podczas przejścia przez nią jądra w stanie izomerycznym następował proces wychwytu elektronu do niezapełnionej powłoki elektronowej. Następnie wszystkie produkty reakcji były zatrzymywane w grubej tarczy z ^{208}Pb . W eksperymencie do pomiaru koincydencyjnego promieniowania gamma wykorzystano wielolicznikowy układ detektorów germanowych Gammasphere. Analiza koincydencji dyskretnej przejść gamma w dwóch konkurujących gałęziach rozpadu pozwoliła na wyznaczenie prawdopodobieństwa zajścia procesu

wychwytu elektronu w tarczy węglowej przez jądro będące w stanie izomerycznym. Po raz pierwszy w podobnych badaniach oszacowano przekrój czynny odpowiadający procesowi NEEC. Ten pierwszy wynik eksperymentalny stanowi ważny przyczynek do rozwijania modeli teoretycznych procesu NEEC, które do tej pory dostarczały przekrojów czynnych różniących się od siebie o rzędy wielkości.

Kontynuacją badań nad procesem rozładowania izomeru ^{93m}Mo była praca A14, w której Habilitant zaproponował optymalne warunki na wytworzenie stanu izomerycznego ^{242m}Am i jego depopulację w wyniku procesu wychwytu elektronu w lekkich tarczach stałych.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe przedstawione w postępowaniu habilitacyjnym doktora Jacka Rzakiewicza ma za podstawę cykl 14 publikacji (lista A). Prace te opublikowane są w renomowanych czasopismach z dziedziny fizyki jądrowej i atomowej, między innymi Physical Review Letters, Physical Review A i C, Nuclear Instruments and Methods, jedna z prac opublikowana została w Nature. Dr Jacek Rzakiewicz jest pierwszym autorem 6 z 14 wymienionych publikacji i drugim autorem w czterech kolejnych pracach. W przedstawionym cyklu brak jest artykułów jedno-autorskich. Przedstawione publikacje nie mają długich list współautorów, większość z nich ma od 2 do 10 autorów. Habilitant szacuje swój udział w pracach, w których jest pierwszym autorem na 40-70%. Sumaryczny *Impact Factor* prac z listy A jest stosunkowo wysoki i wynosi 79,50, a po odjęciu pracy opublikowanej w Nature *Impact Factor* wynosi 38.

Przedstawiony cykl prac nie jest monotematyczny, łączy aspekty fizyki atomowej oraz fizyki jądrowej. Za znaczący wkład w rozwój fizyki uważam serię prac poświęconych badaniom mechanizmu uwolnienia energii jądra uwięzionej w długożyciowym stanie izomerycznym poprzez wzbudzenie go do stanu pośredniczącego w wyniku wychwytu elektronu do niezapełnionej powłoki elektronowej atomu. Badania te spotkały się z szerokim zainteresowaniem środowiska fizyki jądrowej co widoczne jest zarówno po liczbie cytowań publikacji oraz poprzez fakt opublikowania komunikatu na ten temat w czasopiśmie Nature.

Dorobek naukowy, organizatorski i popularyzatorski

Pozostałe prace Habilitanta, które nie znalazły się na liście publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego, obejmują pomiary widm rentgenowskich wiązek jonów uranu przyspieszonych w pierścieniu akumulacyjnym, badania oddziaływanie relatywistycznych jonów ^3He z tarczami węgla i złota, badania struktury widm rentgenowskich atomów o średnim Z indukowanych w zderzeniach z jonami, badania struktury widm rentgenowskich indukowanych w plazmie impulsowej na układzie typu Plasma-Focus, oraz rozwój diagnostyki gamma dla reaktorów termojądrowych, w tym dla ITERa. Większość prac wykonana została w dużych ośrodkach badawczych, między innymi w GSI Darmstadt, RCNP Osaka, Paul-Scherrer-Institut w Villingen oraz na tokamaku JET w Culham. Lista publikacji Habilitanta powstałych po uzyskaniu doktoratu, które nie zostały zaliczone do osiągnięcia naukowego obejmuje 30 pozycji. Prace te są w części spójne z cyklem, który został przedstawiony jako osiągnięcie habilitacyjne, na przykład badania struktury widm rentgenowskich, zaś w części dokumentują szersze zainteresowania Habilitanta.

Sumaryczny *Impact Factor* wszystkich publikacji Habilitanta według listy JCR wynosi około 155. Indeks Hirscha według bazy Web of Science to 15.

W latach 2004-2018 dr Jacek Rzakiewicz wygłosił 10 referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach i zebraniach. Uczestnicząc w konferencjach naukowych zaprezentował także kilkanaście komunikatów posterowych. Był kilkakrotnie wykładowcą na międzynarodowych szkołach fizyki plazmy i metod diagnostyki plazmy dla studentów i doktorantów.

Dr Jacek Rzakiewicz odbył dwa dłuższe staże zagraniczne w renomowanych ośrodkach naukowych: w latach 2004-2005 w GSI Darmstadt, oraz w latach 2008-2012 przy tokamaku Joint European Torus (JET) w Culham Center for Fusion Energy.

Podkreślić należy bogatą działalność organizatorską dr Jacka Rzakiewicza. Od 2014 roku jest dyrektorem Departamentu Aparatury i Technik Jądrowych grupującego 3 zakłady w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku.

W latach 2012-2019 był on kierownikiem aż czterech projektów badawczych, w tym projektów komercyjnych dla firm PGNiG oraz KGHM. Pełnił rolę wykonawcy w innych projektach badawczych. Brał udział w tworzeniu ekspertyz i raportów dotyczących między innymi inwestycji w sprzęt badawczy, technik analizy aktywacyjnej, porównawczych charakterystyk układów detekcyjnych, a także uczestniczył w projektowaniu układów do analizy zawartości miedzi w rudzie dla firmy KGHM. Brał udział w tworzeniu i realizacji krajowego programu rozwoju systemów wykorzystujących akceleratory i detektory promieniowania jonizującego do terapii medycznej oraz wykrywania materiałów niebezpiecznych, zaś obecnie uczestniczy w Regionalnym Programie Operacyjnym Województwa Mazowieckiego CentriX.

Wysoko oceniam działalność habilitanta w Europejskim programie badań nad fuzją termojądrową Euratom i Eurofusion. W latach 2008-2012 pełnił on funkcję koordynatora diagnostyki rentgenowskiej wysokiej rozdzielczości na tokamaku JET. Obecnie nadal uczestniczy w kampaniach eksperymentalnych. Na niwie krajowej dr Jacek Rzakiewicz jest od 2014 roku przewodniczącym Rady Zarządzającej Centrum Nowych Technologii Energetycznych (CeNTE). CeNTE jest konsorcjum kilkunastu krajowych uczelni i instytutów badawczych, które prowadzą prace w ramach europejskiego programu badawczego Eurofusion. Rolą przewodniczącego Rady Zarządzającej jest sprawna organizacja prac rady oraz koordynacja działań poszczególnych jednostek CeNTE.

Dorobek dydaktyczny dr Jacka Rzakiewicza ogranicza się do pełnienia funkcji promotora jednej pracy magisterskiej oraz do sprawowania opieki nad studentami podczas letnich praktyk studenckich. Habilitant nie był promotorem pomocniczym doktoratów. W latach 2005-2007 dr Jacek Rzakiewicz prowadził zajęcia dydaktyczne w Wyższej Szkole Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie jednak działalność ta nie jest kontynuowana. Ocena działalności dydaktycznej Habilitanta pozostawia pewien niedosyt, zważywszy na to, że ośrodek w którym pracuje prowadzi program studiów doktoranckich.

Habilitant angażuje się w działalność popularyzatorską. W ostatnich latach kilkakrotnie brał udział w programach telewizyjnych i radiowych prezentując ciekawe dla społeczeństwa prace badawcze i projektowe prowadzone w NCBJ.

Podsumowanie

Na podstawie ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (wraz ze zmianami z 3 czerwca 2016 r.) stwierdzam, że zarówno dorobek naukowy dr Jacka Rzakiewicza przedstawiony w formie cyklu publikacji pt. „Rozwój metod analizy wysokorozdzielczych widm rentgenowskich powstających podczas procesów zderzeniowych, procesów hamowania i w strukturach plazmowych oraz projektowanie warunków dla zarejestrowania procesu wzbudzenia jądra poprzez wychwytywanie elektronu”, jak i jego pozostała działalność badawcza, stanowią nowatorski wkład w rozwój badań z zakresu fizyki doświadczalnej i fizycznych metod pomiarowych.

Stwierdzam, że przedstawione przez dr Jacka Rządkiwicza osiągnięcie badawcze spełnia warunki stawiane przez Ustawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego dziedzinie nauk fizycznych, dyscyplinie: fizyka i stawiam wniosek o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

A handwritten signature in blue ink, reading "Wojciech Królas". The signature is written in a cursive style with some stylized flourishes.

Wojciech Królas
Kraków, 26.03.2020