

Dr hab. inż. Leszek Bryja, prof. uczelni
Katedra Fizyki Doświadczalnej
Wydział Podstawowych Problemów Techniki
Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław, 14 marca 2022

Recenzja

dotycząca wniosku w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne dr. Maciejowi Molasowi

Dr Maciej Molas ukończył studia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w roku 2010 i uzyskał tytuł magistra fizyki za pracę pt. „*Wpływ warunków wzrostu na własności optyczne kropek kwantowych*” wykonaną pod kierunkiem prof. dr. hab. Adama Babińskiego. W latach 2010 – 2014 dr Maciej Molas odbył studia doktorskie w ramach umowy o wspólnej opiece doktorskiej (co-tutelle) pomiędzy Uniwersytetem Warszawskim i Uniwersytetem w Grenoble. Studia te ukończył w 2014 roku pisząc pracę doktorską pt. „*Multiexcitons in semiconductors quantum dots*” pod kierunkiem prof. dr. hab. Adama Babińskiego z Uniwersytetu Warszawskiego i prof. dr. hab. Marka Potemskiego z Narodowego Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych w Grenoble. Po uzyskaniu stopnia doktora odbył dwa staże naukowe w renomowanych ośrodkach naukowych: w latach 2014 – 2017 w Narodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych w Grenoble a w latach 2018 – 2019 w Narodowym Instytucie Grafenowym na Uniwersytecie w Manchesterze. Od roku 2017 dr Maciej Molas jest zatrudniony na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, najpierw jako adiunkt naukowy a od roku 2020 jako adiunkt naukowo – dydaktyczny.

Dr Maciej Molas przedstawił jako osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego „cykl powiązanych tematycznie publikacji” składający się z siedmiu prac oznaczonych w autoreferacie [MM1-MM7] pod tytułem „*Kompleksy ekscytonowe w cienkich warstwach półprzewodnikowych dichalkogenków metali przejściowych*”. Cykl ten stanowi siedem prac opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych o wysokim współczynniku wpływu (ang. impact factor, IF). Spełnia to wymagania wynikające z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o

Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym, który mówi o „cyklu powiązanych tematycznie publikacji”.

Tematyka badawcza jaką dr Maciej Molas podjął po ukończeniu pracy doktorskiej jest bardzo aktualna i dotyczy materiałów warstwowych, które stały się przedmiotem niezwykle intensywnych badań po otrzymaniu pojedynczej dwuwymiarowej warstwy węgla, nazywanej grafenem, i odkryciu jego unikalnych własności fizycznych (fermiony Diraca) co zostało uhonorowane nagrodą Nobla w 2010 roku dla Andrieja Gejma i Konstantina Nowosiółowa. Pomimo wykazywania niezwyklej własności zastosowanie grafenu w elektronice jest znacznie ograniczone gdyż ma on zerową przerwę energetyczną. Spowodowało to intensywne badania/poszukiwania półprzewodnikowych materiałów warstwowych o niezerowej przerwie energetycznej. Jednymi z pierwszych materiałów warstwowych, które stały się przedmiotem badań zarówno technologicznych jak i naukowych były dichalkogenki metali przejściowych (DCMP), takie jak MoS_2 , WS_2 , MoSe_2 , i WSe_2 . Materiały te posiadają unikalną własność. Mianowicie, przy ich pocienianiu do pojedynczej warstwy (monowarstwy) przerwa energetyczna przechodzi w nich ze skośnej do prostej. Podobnie jak w przypadku grafenu, również monowarstwy DCMP wykazują zasadnicze różnice w stosunku do ich trójwymiarowych kryształów macierzystych. Jednakże szereg podstawowych właściwości fizycznych wyraźnie je odróżnia. Na przykład, chociaż podobnie jak w grafenie, również w monowarstwach DCMP minimum pasma przewodnictwa i maksimum pasma walencyjnego położone są w nierównoważnych punktach K i K' dwuwymiarowej heksagonalnej strefy Brillouina to w przypadku monowarstwy DCMP przerwa energetyczna jest otwarta (masywne fermiony) i znajduje się w zakresie widzialnym promieniowania elektromagnetycznego, najbardziej korzystnym ze względu na zastosowania w optoelektronice. Dodatkowo, w przeciwieństwie do grafenu, w monowarstwach DCMP nie występuje symetria inwersji, co w połączeniu z oddziaływaniem spin-orbita prowadzi do silnego rozszczepienia spinowego pasm walencyjnego i przewodnictwa o przeciwnym znaku w nierównoważnych dolinach K i K'. Silne ograniczenie przestrzenne ruchu elektronów i dziur do pojedynczej warstwy, o grubości poniżej 1 nm, oraz silnie zredukowane ekranowanie dielektryczne prowadzi do formowania się ekscytonów, związanych kulombowsko par elektron dziura, o energiach wiązania setek meV, co powoduje, że są one stabilne nawet w temperaturach pokojowych. Ekscytony te są zwane również ekscytonami neutralnymi dla odróżnienia od ekscytonów naładowanych, które tworzą się w obecności nadmiarowych nośników. Dodatnio naładowane ekscytony tworzą się gdy para elektron dziura wiąże poprzez oddziaływanie kulombowskie dodatkową dziurę a ekscytony naładowane ujemnie gdy neutralny ekscyton wiąże dodatkowy elektron. Ze względu

na liczbę cząstek kompleksy te nazywane są też trionami. Spinowe rozszczepienie pasm walencyjnych w monowarstwach DCMP, które są rzędu kilkuset meV, jest dużo większe od rozszczepienia spinowego pasma przewodnictwa, które wynosi od kilku do kilkudziesięciu meV, co prowadzi do formowania się ekscytonów A i B o znacznie różnych energiach związanych odpowiednio z wyższym i niższym energetycznie spinowo rozszczepionymi podpasмами walencyjnymi. Rozszczepienie spinowe pasm przewodnictwa i walencyjnego może być takiego samego lub przeciwnego znaku. Rozszczepienie spinowe pasma przewodnictwa oraz nie równoważność dolin K i K' w monowarstwach DCMP powoduje, że w strukturach tych mogą tworzyć się różnorodne kompleksy ekscytonowe, w tym tzw. ekscytony jasne i ciemne. Ekscytony jasne, tzn. takie, których rekombinacja promienista jest dozwolona poprzez reguły wyboru dla przejść dipolowych, formują się gdy elektron i dziura znajdują się w tej samej dolinie K i ich spiny są przeciwne (takie same spiny stanu elektronu w paśmie przewodnictwa i walencyjnym). Ekscytony ciemne są dwojakiego typu. Gdy ekscyton utworzony jest z elektronu i dziury znajdujących się w tej samej dolinie K, ale ich spiny są takie same to rekombinacja promienista takiego ekscytonu jest zabroniona ze względu na zachowanie spinu. Natomiast gdy elektron i dziura znajdują się w przeciwnych dolinach ale mają przeciwne spiny to rekombinacja promienista takiej pary jest zabroniona ze względu na zasadę zachowania pędu w przejściu dipolowym. W obliczeniach teoretycznych przewidywano, że rozszczepienie pasm przewodnictwa i walencyjnego w monowarstwach WS₂ i WSe₂ są przeciwnego znaku, zatem niżej energetycznie ekscyton A utworzony z elektronu z niższego energetycznie spinowo rozszczepionego pasma przewodnictwa i dziury z wyższego spinowo rozszczepionego pasma walencyjnego (obie cząstki w jednej dolinie K) jest ciemny i struktur te nazywane są ciemnymi. W monowarstwach MoSe₂ rozszczepienia spinowe pasm przewodnictwa i walencyjnego są tego samego znaku i struktury te nazywan są jasnymi. Problem monowarstw MoSe₂ jest ciągle przedmiotem dyskusji ale ostatnie badania eksperymentalne wskazują, że niżej energetyczny ekscyton A jest w nich ciemny, pomimo, że w obliczeniach teoretycznych przewiduje się, że rozszczepienie spinowe pasm przewodnictwa i walencyjnego są tego samego znaku (obraz jednocząstkowy bez uwzględnienia oddziaływania kulombowskiego elektron-dziura) i struktury te są też strukturami ciemnymi. Struktury jasne i ciemne powinny się również różnić widmem trionów. Mianowicie, w widmach spektroskopowych w strukturach ciemnych powinno się obserwować spinowo rozszczepione stany singletu i tripletu spinowego, podczas gdy w strukturach jasnych powinno się obserwować jedynie stan singletowy, przy założeniu, że rozszczepienie spinowe pasma przewodnictwa jest duże. Ze względu na silne ograniczenie przestrzenne w monowarstwach

DCMP mogą się również tworzyć kompleksy ekscytonowe o większej liczbie cząstek: związane kulombowsko pary ekscyton-ekscyton, (biekscyton) i ekscyton-trion (naładowany biekscyton).

Występowanie tak szerokiej gamy kompleksów ekscytonowych jak i ich silne sprzężenie z fononami, kwantami drgań sieci, powoduje, że monowarstwy DCMP są unikalną platformą do badań zjawisk oddziaływań wielociałowych. Właśnie badaniami różnych kompleksów ekscytonowych w monowarstwach jak i wielowarstwach dichalkogenkach metali przejściowych poświęcona jest praca habilitacyjna dr. Macieja Molasa. Dodatkowo, należy zauważyć, że badania te zostały podjęte na wczesnym etapie badań natury kompleksów ekscytonowych w monowarstwach DCMP gdy istniejące teorie podlegały bieżącej weryfikacji.

Ocena osiągnięcia, o których mowa w art. 219 ust. 3 Ustawy

Cykl 6 prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne obejmuje artykuły opublikowane w latach 2017 – 2019 w: *Physical Review Letters* (2 publikacje w 2019, IF=9,161), *Nanoscale* (publikacja w 2017, IF=7,790), *Scientific Reports* (2 publikacje w 2017 i 2019, IF=4,379), *2D Materials* (publikacja w 2017, IF=7.103) i *Nanotechnology* (publikacja w 2018, IF=3,874). W sześciu pracach dr Maciej Molas jest pierwszym autorem a w jednej ostatnim. W opisie swojego wkładu w wykonanie wszystkich prac jest takie samo oświadczenie habilitanta: „Wykonałem wszystkie pomiary przedstawione w pracy. Przeprowadziłem analizę danych eksperymentalnych, aktywnie uczestniczyłem w dyskusjach i pisaniu publikacji”. Z oświadczenia tego jak i z faktu, że w pracach tych wyniki eksperymentalne były najważniejszą częścią, stwierdzam, że w mojej opinii, w cyklu publikacji stanowiących rozprawę habilitacyjną rola dr Maciej Molas była dominująca.

W badaniach przeprowadzonych w ramach pracy habilitacyjnej dr Maciej Molas skupił się na właściwościach kompleksów ekscytonowych obserwowanych w widmach optycznych cienkich warstw dichalkogenków metali przejściowych, takich jak MoS₂, WS₂, MoSe₂, i WSe₂. Habilitant używa skrótu nazwy materiałów z języka angielskiego: semiconducting transition metal dichalcogenides, S-TMD (recenzent jak powyżej DCMP). W autoreferacie dr Maciej Molas podzielił przeprowadzone przez siebie badania na pięć tematów, które są przedstawione w kolejnych artykułach z cyklu powiązanych tematycznie publikacji.

W pracach MM1 – „*The optical response of monolayer, few layer and bulk tungsten disulfide*”, *Nanoscale* (2017) i MM2 – „*Singlet and triplet trions in WSe₂ monolayer encapsulated in hexagonal boron nitride*”, *Nanotechnology* (2018), zostały przeprowadzone

badania kompleksów ekscytonowych w cienkich warstwach WS_2 w pomiarach widm fotoluminescencji (ang. photoluminescence, PL) , pobudzania fotoluminescencji (ang. photoluminescence excitation , PLE) i kontrastu odbicia (ang. reflective contrast, RC). Prace dzieli tylko jeden rok ale są one znakomitą demonstracją jak szybko dr Maciej Molas rozwijał/rozszerzał swoje możliwości badawcze. Mianowicie, w pierwszej pracy wytworzono struktury WSe_2 o różnej grubości od kilku do jednej warstwy były eksfoliowane bezpośrednio na podłoża SiO_2/Si , podczas gdy w drugiej pracy otrzymano monowarstwy WSe_2 enkapsulowane dodatkowo w ultra czystym i przezroczystym hBN (przerwa energetyczną w dalekim nadfiolecie) co znacznie poprawiło jakość monowarstw WSe_2 , widoczną między innymi w widmach optycznych jako znaczne zawężenie linii spektralnych.

W pracy MM1 osiągnięto szereg bardzo ciekawych rezultatów. W niskotemperaturowych pomiarach ($T=5K$) widm PL i RC, przeprowadzonych również w funkcji napięcia przyłożonego do monowarstwy w strukturze z bramką, zaobserwowano i zinterpretowano przejście związane z ekscytonem A (neutralnym) i stanami trionu, singletowego i tripletowego. W widmach fotoluminescencji zaobserwowano również szereg linii po niskoenergetycznej stronie trionów, nazywanych w pracy $L_1 - L_4$, które zinterpretowano jako przejścia związane z ekscytonami zlokalizowanymi na defektach i przejściach donor-akceptor. Wydaje się, że interpretacji linii $L_1 - L_4$, wymaga jeszcze dalszych prac, zarówno eksperymentalnych jak i teoretycznych. W niskotemperaturowych badaniach fotoluminescencji w próbkach z różną ilością warstw od 1 do 8 zaobserwowano bardzo silny spadek intensywności fotoluminescencji ekscytonu A ze wzrostem ilości warstw, szczególnie silne przy przejściu od jednej do dwóch warstw, podczas gdy jego położenie spektralne zmienia się tylko nieznacznie. Dla próbek z ilością warstw od 2 do 8 w widmach PL zaobserwowano pojawienie się po niskoenergetycznej stronie ekscytonu A dwóch dodatkowych, blisko leżących linii, których położenie energetyczne przesuwało się w stronę niższych energii ze wzrostem ilości warstw, ale odległość energetyczna obu linii pozostawała stała. Obserwacje te habilitant zinterpretował jako zmianę przerwy energetycznej WS_2 z prostej, w punktach K dla jednej warstwy, do skośnej z minimum pasma przewodnictwa w punkcie Λ i maksimum pasma walencyjnego w punkcie Γ , dla wielu warstw. Ze wzrostem ilości warstw energia skośnej przerwy maleje podczas gdy przerwa prosta zachowuje mniej więcej stałą energię. Podwójne rozszczepienie rezonansu przejścia $\Lambda - \Gamma$, zinterpretowano jako udział w przejściu optycznym dwóch fononów o różnych energiach. W pomiarach RC, przeprowadzonych w szerokim zakresie spektralnym, zaobserwowano oprócz rezonansu związanego z ekscytonem A również rezonans B, związany z niżej energetycznym spinowo rozszczepionym pasmem walencyjnym, jak również ekscyton C, który

zinterpretowano jako przejście optyczne pary elektron dziura poza punktami K. W pracy tej poczyniono jeszcze wielu ciekawych obserwacji, co zostało zauważone przez społeczność naukową, o czym świadczy duża liczba cytowań tej pracy (82). W pracy MM2 przeprowadzono badania na lepszej jakości monowarstwie hBN/WS₂/hBN co pozwoliło na dokładniejszą analizę trionu w stanie singletowym i tripletowym, np. wyznaczono odległość energetyczną tych linii równą 7meV, co z kolei pozwoliło habilitantowi wyciągnąć wniosek, o słabym że oddziaływaniu wymiany elektron-elektron.

W pracy MM3 – „*Raman scattering excitation spectroscopy of monolayer WSe₂*”, Scientific Reports (2017) habilitant badał oddziaływania ekscyton-foton w monowarstwie WS₂ w pomiarach pobudzania rozpraszania ramanowskiego (RSE), które to badania są analogiem badań pobudzania fotoluminescencji, często stosowanym do badań struktur półprzewodnikowych w celu otrzymania dodatkowych informacji o badanych materiałach, takich jak np. położeniu energetycznym stanów wzbudzonych ekscytonów. Tutaj doktorant zastosował rzadko stosowaną metodę pobudzania rozpraszania ramanowskiego do badania widm fononowych. Badanie to jest właściwie tożsame z pomiarem widma PLE gdyż obserwuje się w nim całe widmo PL w funkcji zmiany energii lasera pobudzającego. W widmie tym przedstawionym w postaci kolorowej mamy, gdzie na osi odciętych jest energia PL, na osi rzędnych energia lasera pobudzającego a kolor odnosi się do intensywności emisji obserwuje się zarówno linie PL jak również linie rozpraszania ramanowskiego. Ustalając stałą energii detekcji i zmieniając energię pobudzania habilitant zaobserwował kilkanaście modów fononowych, gdy ich energie są w rezonansie z linią emisyjną ekscytonu A, podczas gdy większość tych linii nie jest obserwowanych w nierozanansowym widmie rozproszenia Ramana.

W pracach MM4 – „*Brightening of dark excitons in monolayers of semiconducting metal dichalcogenides*”, 2D Materials (2017) i MM5 – „*Probing and Manipulating Valley Coherence of Dark Excitons in Monolayer WSe₂*”, Physical Review Letters (2019) został zbadany problem ciemnych ekscytonów w monowarstwach dichalkogenków metali przejściowych, przy czym badania te dotyczyły ekscytonów, których rekombinacja promienista jest zabroniona ze względu na zasadę zachowania spinu podczas przejść dipolowych, tzn. rekombinująca para elektron – dziura znajdowała się w tej samej dolinie K. W pracy badano monowarstwy MoS₂, MoSe₂, WS₂, WS₂. Widmo ciemnych ekscytonów zmierzono poprzez mieszanie spinu stanów jasnych i ciemnych ekscytonów poprzez przyłożenie silnego pola magnetycznego do 14 T przyłożonego w płaszczyźnie monowarstwy. Położenie energetyczne ekscytonów ciemnych otrzymano poprzez odjęcie widm PL w polu 14 T od widm PL zmierzonych bez pola.

Metoda jest ciekawa. Pozwoliła na określenie monowarstw MoS₂, WS₂, WS₂ jako układów ciemnych, z ciemnym ekscytonowym stanem podstawowym, a monowarstwy MoSe₂ jako struktury jasnej, z jasnym ekscytonowym stanem podstawowym, co zostało potwierdzone w pracach innych autorów. Wydaje się, że takie wyznaczenie położenia ekscytonów ciemnych jest mało dokładne co zresztą habilitant zauważa pisząc, że otrzymana w ten sposób energia rozszczepienia ciemny- jasny ekscyton w MoS₂ jest zaskakująco duża.

W pracy MM5 habilitant zajął się problemem ciemnych ekscytonów w enkapsulowanych w hBN monowarstwach WSe₂, które charakteryzują się najwyższą jakością ze wszystkich monowarstw DCMP. Habilitant chciał potwierdzić przewidzianą teoretycznie strukturę subtelną stanów ekscytonów ciemnych ze względu na zasadę zachowania spinu w przejściu dipolowym. W pracy wykonano niskotemperaturowe pomiary PL monowarstwy WSe₂ enkapsulowanej w hBN w różnych konfiguracji pola magnetycznego do 14 T. Co ciekawe habilitant zauważył, że tzw. ekscyton szary można zauważyć nawet bez przykładania pola magnetycznego. Mianowicie jasne ekscytony posiadają moment dipolowy w płaszczyźnie monowarstwy i propagują światło prostopadle do płaszczyzny, natomiast w ekscytonach ciemnych jest odwrotnie. Pobudzając i analizując fotoluminescencję prostopadle do monowarstwy wykorzystując obiektywy mikroskopowe o dużej aperturze numerycznej (ang. numerical aperture NA) można zaobserwować w widmie PL zarówno ekscytony jasne jak i szare. Natomiast ekscytony ciemne nie posiadają momentu dipolowego i zaobserwowanie ich w widmach PL wymaga przyłożenia pola magnetycznego równoległe do monowarstwy, które miesza funkcje falowe różnych ekscytonów i przez to umożliwia obserwację ekscytonów ciemnych. Zmierzono również polaryzację widma PL ekscytonów szarych i ciemnych, jak również wyznaczono czynnik Lande ciemnego ekscytonu $g=9.6$.

W pracy MM6 – „*Energy spectrum of two-dimensional excitons in nonuniform dielectric medium*”, Physical Review Letters (2019) habilitant zajął się problemem stanów wzbudzonych ekscytonu w monowarstwach dichalkogenków metali przejściowych a mianowicie chciał zbadać czy seria Rydbergowska ekscytonów Wanniera-Motta, 1s, 2p, 2s, 3s, 3p, 3d itp. w tych materiałach jest wodoropodobna. Problem ten zbadano w pomiarach niskotemperaturowych widm PL, w polach magnetycznych do 14 w enkapsulowanych w hBN monowarstwach MoS₂, WS₂, MoSe₂, i WSe₂, w których zaobserwowano do kilka stanów ekscytonowych od 1s do 5s. Wykazano, że widmo energetyczne serii Rydberga stanów ekscytonowych nie są wodoropodobne i opisano je fenomenologicznym wzorem $E_n = -Ry^*(n+\delta)^2$. Co ciekawe wyznaczone eksperymentalnie wartości stałej δ były dla wszystkich materiałów były dużo

mniejsze od $\delta = 0.5$, tj. stałej dla materiałów dwuwymiarowych. W szczególności dla WSe_2 i MoSe_2 stałe te wynoszą odpowiednio $\delta = -0.0083$ i $\delta = -0.0083$ co przypomina raczej serię wodoropodobną ekscytonu w kryształach trójwymiarowych.

W pracy MM7 – „*Tuning carrier concentration in superacid treated MoS₂ monolayer*”, Scientific Reports (2019) zbadano metoda zmiany koncentracji nośników w monowarstwie MoS_2 poprzez zastosowanie metod chemicznych, które są konkurencyjne do powszechnie stosowanej metody zmiany koncentracji nośników prądu poprzez przyłożenie do monowarstwy pola elektrycznego w strukturach tranzystorowych z bramką. Habilitant zbadał wpływ działania super kwasu TFSI na jakość monowarstwy MoS_2 eksfoliowanej bezpośrednio na podłożu SiO_2/Si . Badania były przeprowadzone w pomiarach widm PL i RC i rozproszeń Ramana, wykonanych zarówno w temperaturze pokojowej jak i $T=5$ K. Habilitant zauważył, że wpływ pasywacji super kwasem na widma PL i RC jest najbardziej widoczny po pierwszym etapie pasywacji. Pasywacja powoduje znaczne zawężenie linii widmowych, jak również zanikanie rezonansu związanego z naładowanym ekscytonem, trionem, co zostało zinterpretowane jako zmniejszanie, poprzez pasywację, naturalnej dużej koncentracji dwuwymiarowego gazu nośników prądu w monowarstwach DCMP otrzymywanych metodą eksfoliacji mechanicznej z kryształów. Metoda ta jest bardzo ciekawa i może być z powodzeniem zastosowana przy wytwarzaniu różnego rodzaju przyrządów nowej generacji.

Podsumowując cykl publikacji MM1 – MM7, stwierdzam, że prace wykonane przez doktoranta stanowią znaczny wkład w badania podstawowych własności fizycznych monowarstw dichalkogenków metali przejściowych. W ocenie recenzenta najważniejsze wyniki habilitanta zostały opublikowane w dwóch artykułach Physic Revie Letters, które dostarczyły istotnych informacji nt. ekscytonów ciemnych, których rekombinacja promienista jest zabroniona ze względu na zasadę zachwiania spinu jak i informacji o rydbergowskiej serii ekscytonowej ekscytonów jasnych.

**Ocena pozostałego dorobku naukowego w tym istotnej aktywności naukowej
realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności
zagranicznej**

Moja ocena pozostałego dorobku naukowego dr. Macieja Molasa jest również bardzo pozytywna. Zaczęę od danych parametrycznych na dzień **07.10.2021** zgodnie z oświadczeniem habilitanta w jego wniosku.

Dr Maciej Molas jest współautorem 60 artykułów naukowych, w tym 51 po uzyskaniu stopnia doktora, opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych, takich jak: Nature, Nature Communications, Physical Review Letters, Physical Review B, Nano Letters, Nanoscale, Nanophotonics, 2D Materials, Scientific Reports, Applied Physics Letters, żeby wymienić tylko te o najwyższych współczynnikach wpływu, IF.

Łączna liczba cytowań prac dr. Macieja Molasa wg. Web of Science wynosi:

Opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora; w nawiasie bez autocytowań: 24 (10)

Opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora; w nawiasie bez autocytowań: 1397 (12320)

Jego indeks $h = 19$.

Są to bardzo dobre wyniki na tym etapie kariery naukowej i świadczą o tym, że prace dr. Macieja Molasa są zauważane przez społeczność naukową.

Większość prac dr. Macieja Molasa powstała we współpracy z zagranicznymi instytucjami naukowymi. W szczególności należy zwrócić uwagę na jego współpracę z Narodowym Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych w Grenoble i Uniwersytetem w Manchesterze, gdzie odbył staże podoktorskie. Podczas tych staży otrzymał wiele bardzo ciekawych wyników, zarówno badań podstawowych właściwości fizycznych DCMP jak również opracował nowe metody otrzymywania różnych struktur van der Waalsa chalkogenków metali przejściowych. Wyniki tych wspólnych badań zostały opublikowane w wielu prestiżowych czasopismach naukowych.

Dr Maciej Molas jest również bardzo aktywny w pozyskiwaniu grantów naukowych. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk fizycznych był kierownikiem dwóch grantów i wykonawcą w następnych dwóch. Po uzyskaniu stopnia doktora był kierownikiem trzech grantów i w jednym wykonawcą. Uczestniczył również w grantie finansowanym przez Europejską Radę ds. Badań Naukowych.

Osiągnięcia dr Maciej Molasa zostały również zauważone przed społeczność naukową przez zaproszenie go do wygłoszenia licznych wykładów naukowych na prestiżowych konferencjach i spotkaniach międzynarodowych. Po uzyskaniu stopnia doktora wygłosił 4 wykłady zaproszone i 7 zwykłych. Był też współorganizatorem jednej międzynarodowej konferencji naukowej i redaktorem wydania specjalnego w czasopiśmie Nanomaterials.

Dr Maciej Molas był recenzentem prac w wielu prestiżowych czasopismach naukowych w tym w: Nature Communications, ACS Nano, Physical Review Letters, Nanoscale, 2D Materials, Communications Physics, Nanotechnology, Applied Physics Letters, Journals of Physics B: Condensed Matters, Journal of Luminescence.

Ocena osiągnięcia dydaktycznego, organizacyjnego oraz popularyzacyjnych naukę

Dr Maciej Molas wykazuje się również aktywną działalnością na polu dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzującym naukę.

Z działalności dydaktycznej zasługuje na wyróżnienie, że był opiekunem trzech prac magisterskich i promotorem pomocniczym w czterech pracach doktorskich. Prowadzi też na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne.

Dr Maciej Molas jest członkiem Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne na Uniwersytecie Warszawskim. Współorganizował warsztaty naukowe w ramach projektów: CNRS, 2DM i TeraMIR.

Aktywnie włącza się w popularyzację nauki zarówno w ramach Ogólnopolskiego Konkursu Fizycznego jak i Festiwalu Nauki.

Podsumowując, stwierdzam, że zarówno cykl powiązanych tematycznie publikacji przedstawionych przez dr Macieja Molasa będący podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jak i pozostały jego dorobek naukowy oraz inny, związany ze współpracą z partnerami zagranicznymi i krajowym, działalnością organizacyjną itp., a także wpływ jego prac naukowych na rozwój dziedziny, który wyraża się bardzo dużą liczbą cytowań jego prac, spełniają z naddatkiem wymagania stawiane przez ustawodawcę kandydatom w postępowaniu habilitacyjnym.

Wnoszę zatem o dopuszczenie dr Macieja Molasa do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych odnośnymi przepisami.

