



prof. dr hab. Mariusz P. Dąbrowski

Instytut Fizyki, Wydział Matematyczno-Fizyczny,
Uniwersytet Szczeciński

ul. Wielkopolska 15, 70-451 Szczecin

tel./fax: (+48) 91 4441248

<http://cosmo.fiz.univ.szczecin.pl>

mpdabfz@wmf.univ.szczecin.pl



Szczecin, 05.01.2015

Ocena osiągnięcia naukowego pt. „Widmo mocy perturbacji krzywizny w modelach inflacji z wieloma polami skalarnymi” przedstawionego do postępowania habilitacyjnego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra Krzysztofa Turzyńskiego

I. Ocena osiągnięcia, o którym mowa w art. 16 ust. 2 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Dr Krzysztof Turzyński przedstawił jako osiągnięcie naukowe cykl ośmiu jednotematycznych publikacji dotyczących widma mocy zaburzeń krzywizny w modelach inflacyjnych z więcej niż jednym polem skalarnym. Jest to cykl całkowicie współautorski – choć w gronie znakomitych i utytułowanych fizyków (m.in. J. Ellis, S. Pokorski, D. Langlois, A. Davis) – w którym zgodnie z przedstawionymi oświadczeniami habilitant ma wkład od 30 do 80 %. W pracach zastosowano kolejność alfabetyczną z czego stosując niektóre konwencje publikacyjne mogłoby wynikać, że w żadnej z nich nie uznano autorstwa dr Turzyńskiego jako dominującego. Z przedstawionego oświadczenia wynika, iż w pracach H1-H7 habilitant przygotowywał koncepcję pracy (pomysł badań naukowych) wspólnie z pozostałymi współautorami natomiast praca H8 była oparta od początku do końca na jego własnym pomysle, który został opracowany potem przez młodszych współautorów. Jest to ważny element, bowiem ocena osiągnięcia powinna odpowiadać na pytanie w jakim stopniu habilitant może być zakwalifikowany jako samodzielny pracownik naukowy. Do tego tematu powrócę w drugiej części recenzji – tu tylko wspomnę, iż w całym dorobku pojawiła się jeszcze inna samodzielna aktywność naukowa dr Turzyńskiego, co ma tutaj istotne znaczenie. Przedstawione osiągnięcie naukowe oparte na pracach H1-H8 wzbudziło wystarczająco duże zainteresowanie środowiska fizyków, czego dowodem jest liczba cytowań tych prac. Korzystając z bazy fizyki cząstek elementarnych INSPIRE całkowita liczba cytowań tego cyklu wyniosła 252. Najlepiej cytowaną była praca H2 (81 razy) oraz H4 (48 razy), a wszystkie pozostałe prace cyklu (z wyjątkiem najnowszej H8) były cytowane ponad 10 razy. W związku z powyższym, a także biorąc pod uwagę oświadczenia habilitanta oraz współautorów mogę stwierdzić, że dr K. Turzyński ma wystarczający wkład w przedstawionym do oceny osiągnięciu naukowym i wobec tego spełniony jest warunek formalny autorstwa tego osiągnięcia.

Generacja zaburzeń pierwotnych w trakcie przyspieszonej ewolucji wczesnego Wszechświata jest najbardziej spektakularnym wynikiem przyjęcia w kosmologii tzw. scenariusza inflacyjnego oraz przedmiotem wielu badań łączących ze sobą teorię grawitacji Einsteina i teorię cząstek elementarnych. Na początku wydawało się, że główną zaletą tego scenariusza było rozwiązanie problemów modelu standardowego (płaskości, horyzontu i monopoli magnetycznych), ale dzisiaj wiemy, że zaburzenia pierwotne odgrywają najistotniejszą rolę, bowiem tłumaczą w jaki sposób początkowo jednorodny Wszechświat mógł wypełnić się obserwowanymi przez nas strukturami w postaci gromad i galaktyk. Zatem, każdy model kosmologiczny oparty na teorii cząstek elementarnych (włączając w to awangardową teorię superstrun) musi być skonstruowany tak, aby uzyskać właściwą postać zaburzeń gęstości opisywanych za pomocą tzw. widma mocy tych zaburzeń. Temu celowi jest podporządkowane osiągnięcie naukowe dr K. Turzyńskiego przedstawione do oceny i dotyczy ono modeli inflacji kierowanej wieloma polami skalarnymi, które często występują w scenariuszach efektywnych teorii strun.

Przyjęcie scenariusza inflacji będącej konsekwencją ewolucji więcej niż jednego pola skalarnego modyfikuje widmo mocy zaburzeń w ten sposób, że oprócz powszechnych zaburzeń krzywizny pojawiają się także tzw. zaburzenia izokrzywiznowe mające pewien nieduży, ale zauważalny, wpływ na zaburzenia gęstości energii. W przedstawionym do oceny osiągnięciu, dr K. Turzyński starał się wyraźnie określić różnice pomiędzy generacją zaburzeń w scenariuszu z jednym i wieloma polami skalarnymi.

W pracy H1 rozważane były różne skale masy pól skalarnych. Okazało się, że niewielka zmiana próżniowej wartości oczekiwanej tzw. „ciężkiego” pola, którego wpływ na dynamikę inflacji jest znikomy, powoduje znaczną zmianę masy pola „lekkiego” (inflatonu), co z kolei uniemożliwia inflację z wolno toczącymi się polami (ang. „slow-roll inflation”). Poza tym badane były różne możliwe realizacje scenariusza inflacyjnego z określonymi potencjałami czwartego stopnia (formuły (2) i (3) w pracy H1) w ramach teorii supergrawitacji typu „no-scale”, takich aby były one wolne od problemu parametru η rzędu jedności oraz problemu ujemnego minimum potencjału pól skalarnych. Jak się jednak okazało, takie realizacje były możliwe jedynie w przypadku stabilizacji modułu T przy pomocy niezależnego od inflacji mechanizmu, który wymagał ścisłego dopasowania parametrów modelu supergrawitacji. Nieco inny rodzaj potencjału – potencjału MSSM (minimalnego rozszerzenia modelu standardowego, minimal supersymmetric standard model) – jako kandydata do zanurzenia modeli inflacji w teorię supergrawitacji był rozważany w pracy H3. Jego cechą jest istnienie punktu siodłowego, w którego okolicy może zachodzić (niestety ponownie wysoce dopasowana) inflacja. Praca H3 potwierdziła wcześniejsze wyniki innych autorów, że dopasowania potencjału nie da się pogodzić z wymaganiami, aby skala energii dla stałej kosmologicznej była mniejsza od skali naruszenia supersymetrii a także wskazała na pewne dodatkowe ograniczenia na postać potencjału.

W pracy H2 opracowano konsyistentną postać równań ewolucji zaburzeń krzywizny oraz izokrzywiznowych w modelach grawitacji z dwoma wzajemnie sprzężonymi polami skalarnymi ϕ i χ (formuła (1) pracy). W szczególności postać ta doskonale nadawała się do całkowania numerycznego, co przy tego typu sprzężonych równaniach wydaje się być dużą zaletą. Analiza numeryczna równań dała kilka istotnych fizycznych wniosków (przywracanie symetrii macierzy

masy zaburzeń krzywizny oraz izokrzywiznowych przy zaniku mieszania kinetycznego, istnienie trajektorii inflacyjnych z wolniejszą zmianą jednego z pól pomimo sprzężenia zaburzeń krzywizny z izokrzywiznowymi, znaczny wzrost amplitudy zaburzeń krzywizny w przypadku dwupolowej inflacji ruletkowej).

Z kolei w pracy H4 kontynuowane były badania modeli dwupolowej inflacji z kanonicznymi członami kinetycznymi (formuła (A1) w dodatku) i szczególną postacią sprzężenia dla potencjałów (formuły (3.4)-(3.8)) motywowaną teorią membran (inflacja kaskadowa). Podobnie jak w pracy H2, dla tych modeli policzone zostały zaburzenia krzywizny i izokrzywiznowe. Okazało się, że pojawiają się oscylacje widma mocy dla modów fourierowskich o skali wyższej od skali Hubble'a zależne od parametrów modelu. Modele inflacji dwupolowej z niekanonicznym członem kinetycznym i płaskimi addytywnymi potencjałami pól skalarnych były także badane w pracy H5, gdzie przede wszystkim wykazano, iż w tych modelach można uzyskać obserwowaną wartość indeksu spektralnego dla dowolnie płaskiego potencjału. Dopasowanie indeksu wynika z jego zależności od odwrotności minimalnej liczby e-krotności (e-folds) ekspansji inflacyjnej Wszechświata.

Na szczególną uwagę zasługują wyniki uzyskane w pracy H6, gdzie rozważano dwupolową inflację z niekanonicznym członem kinetycznym analogicznym jak w pracy H5 ze sprzężeniem liniowym w polu ϕ motywowanym teorią strun oraz addytywnym potencjałem kwadratowym w tym polu. Nowością, podobnie jak w pracy H2, było zastosowanie pełnych równań ruchu dla zaburzeń obu pól i ich dokładniejsze zbadanie niż wykonali to wcześniej inni badacze. Jak się okazało w teorii inflacji dwupolowej istnieją trzy różne skale długości zwane tutaj horyzontami: horyzont sprzężenia, horyzont masowy i horyzont dźwięku. Ten ostatni powoduje zwiększenie widma mocy o pewien czynnik zależny albo od parametru sprzężenia ξ , albo od odwrotności prędkości dźwięku w stosunku do widma mocy inflacji jednopolowej. Innym wnioskiem jest, że w tych modelach zaburzenia krzywizny i izokrzywiznowe ewoluują w zsynchronizowany sposób.

W pracy H7 ponownie wraca wątek dwupolowej inflacji z kinetycznymi członami kanonicznymi, ale z trzema różnymi potencjałami: hybrydowym (wzór (5.1)), podwójnym kwadratowym (wzór (5.5)) oraz podwójnym czwartego rzędu (wzór (5.6)). Zupełnie nowym osiągnięciem matematycznym tej pracy było uwzględnienie w obliczeniach dwóch kolejnych rzędów rachunku zaburzeń, co stało się istotnym materiałem referencyjnym do dalszych obliczeń numerycznych. To pozwoliło również na dokładne zbadanie ewolucji zaburzeń izokrzywiznowych i ich cech szczególnych w tym modelu, np. braku „wmrożenia” amplitudy tych zaburzeń po przekroczeniu skali Hubble'a. Okazało się także, iż w fazie gdy trajektoria inflacyjna zmienia kierunek ku dołowi garbu potencjału, to pojawia się przejściowe sprzężenie między zaburzeniami krzywizny i izokrzywiznowymi powodujące znaczny wzrost amplitudy zaburzeń krzywizny indukowanych izokrzywiznowymi, co w końcowym efekcie ma wpływ na widmo mocy zaburzeń oraz wartość indeksu spektralnego. Powyższy wynik ma istotne znaczenie wskazujące, iż inflacja dwupolowa (tu w formie łagodnego przejścia między powolnym toczeniem się w różnych kierunkach pól w inflacji hybrydowej) może dawać istotnie różne przewidywania względem standardowej jednopolowej inflacji.

W ostatniej przedstawionej do oceny osiągnięcia naukowego pracy H8, w której rola habilitanta była absolutnie dominująca, zbadano możliwość produkcji cząstek w dwupolowej (z polami o różnych masach) i nieadiabaticznej fazie inflacyjnej ewolucji Wszechświata. Produkcja cząstek odbywa się kosztem energii kinetycznej pól skalarnych i prowadzi do ilościowej zmiany widma mocy perturbacji krzywizny.

W mojej ocenie przedstawione osiągnięcie naukowe, po wyodrębnieniu wkładu własnego habilitanta, stanowi znaczący wkład habilitanta w rozwój kosmologii w kontekście teorii cząstek elementarnych.

II. Ocena aktywności naukowej o której mowa w art. 16 ust. 2 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Aktywność naukowa dr Krzysztofa Turzyńskiego obejmuje również inne badania, których wyniki były opublikowane w 15 artykułach listy filadelfijskiej z czego 9 artykułów było napisane po doktoracie. Na uwagę zasługują tu 3 prace samodzielne – jedna z nich choć była także podstawą pracy doktorskiej „Degenerate minimal seesaw and leptogenesis” (I12) – osiągnęła całkiem sporą liczbę 38 cytowań. Spośród prac napisanych po doktoracie najlepiej cytowaną (236 cytowań) jest praca I8 pt. „Flavour physics of leptons and dipole moments”, ale biorąc jej znaczną wieloautorskość i oświadczenie habilitanta o wkładzie równym 1% jest ona w zasadzie pomijalna dla całkowitego indywidualnego dorobku. Jak pokazuje baza INSPIRE całkowita liczba cytowań wszystkich (w większości wieloautorskich) prac dr K. Turzyńskiego wynosi 699 a indeks Hirscha $h=14$. Jednym z problemów jest jednak odpowiedź na pytanie na ile rola habilitanta w tym dorobku była dominująca jako lidera i pomysłodawcy badań naukowych. Niestety trudno to wywnioskować z przedstawionych do oceny oświadczeń, które moim zdaniem zamiast sformułowań typu „mój wkład polegał na przygotowaniu wraz z pozostałymi autorami koncepcji badań itd.” powinny zawierać sformułowania typu „pomysł wyliczenia danego konkretnego zagadnienia wypłynął od tej osoby, natomiast przeprowadzenie trudnych obliczeń analitycznych bądź numerycznych należało do innej osoby itd.”. Innymi słowy zespół badawczy zwykle doskonale wie, którzy członkowie zespołu dokładnie dali wkład do konkretnego dzieła naukowego i to powinno być lepiej opisane. Tym bardziej, że coraz więcej prac naukowych w dzisiejszych czasach ma charakter współautorski, a zadaniem gremiów wydających opinie o awansach naukowych jest wybór najbardziej kreatywnych członków społeczności, którzy będą w przyszłości wytyczali nowe kierunki badań a nie jedynie „podłączali się” do określonych zespołów badawczych. Mój postulat może wychodzi nieco poza ramy formalne ustawy w związku z czym podkreślę, iż mimo moich wątpliwości ogólnych, w przypadku dr K. Turzyńskiego analiza całkowitego dorobku naukowego wskazuje na jego możliwości do dalszej bardziej samodzielnej pracy naukowej i pozostanie liderem nauki w przyszłości. Z drugiej strony u dr Turzyńskiego jako duży pozytyw należałoby podkreślić umiejętność pracy w zróżnicowanych profilach zespołach badawczych, co także wskazuje na jego zdolność do uczenia się, korzystania z doświadczeń innych badaczy i twórcze tego wykorzystanie.

Aby powyższą tezę wesprzeć pozwolę sobie wymienić dwa inne osiągnięcia habilitanta, które pojawiły się w pracach I5 oraz I6, w których wedle oświadczeń ma on wkład 50%. Pozostały dorobek, a te dwie prace w szczególności, dotyczą głównie teorii supersymetrii. I tak w pracy I6

rozważane były modele O’Raifeartaighe’a z F-członem łamiącym supersymetrię w scenariuszach teorii cechowania w obecności grawitacji. Głównym wynikiem było wykazanie, że wkład od nośników grawitacyjnych do masy skalarów jest zanedbywalnie mały (rzędu 1%), co wystarcza do uniknięcia problemu FCNC (Flavour Changing Neutral Current) w supersymetrii. Z kolei w pracy I5 zaproponowane było rozwiązanie problemu rozbieżności pomiędzy nukleosyntezą pierwotną a leptogenezą we Wszechświecie za pomocą wprowadzenia supersymetrycznych partnerów najbliższych cząstek stau i sneutrino, które nie podlegają tak silnym więzom z nukleosyntezy pierwotnej. Problemy leptogenezy były także poruszane w pracach I8 oraz (samodzielnej, choć może nie w czasopiśmie najwyższego lotu, pracy habilitanta) I9. Jak już było wspomniane powyżej, pozostałe prace napisane po doktoracie (I1-I4) dotyczą głównie zastosowań supersymetrii do ewolucji wczesnego Wszechświata, co oczywiście wpisuje się jak najbardziej w wiodącą tematykę zainteresowań habilitanta.

W obszarze aktywności naukowej istotnym elementem dorobku jest też fakt, że p. dr Krzysztof Turzyński uczestniczył w realizacji 3 projektów badawczych KBN i MNiSW w latach 2004-2014 oraz był kierownikiem dwóch projektów badawczych (Homing/Powroty z Fundacji na rzecz Nauki Polskiej – 2008-10; Iuventus Plus 2012-14). W kontekście całkiem pokaźnego dorobku naukowego i szerokiej międzynarodowej współpracy jestem jednak nieco zdziwiony, że na przestrzeni 10 lat wykonał tylko 2 recenzje prac badawczych dla czasopism z listy filadelfijskiej (European Physics Letters, Journal of Physics G). Z drugiej strony bardzo dobre wrażenie robi fakt odbycia jednego długiego (dwuletniego) stażu postdoktorskiego na Uniwersytecie w Michigan (USA) w latach 2006-2008 oraz trzech krótkich staży w CERNie, ECT we Włoszech oraz na Uniwersytecie Michigan. Również aktywność konferencyjna habilitanta jest na dobrym poziomie – w czasie od obrony pracy doktorskiej wygłosił 19 referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych, co daje średnią ponad 2 referaty rocznie. Na zakończenie warto wspomnieć uzyskanie kilku znaczących nagród takich jak: nagroda im. Glazerów za najlepszą pracę magisterską, stypendium „Start” Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców.

W mojej opinii, pomimo pewnych uwag dotyczących kwestii uregulowania współautorstwa, przedstawione powyżej elementy aktywności naukowej habilitanta świadczą o nabyciu przezeń zaawansowanej wiedzy i wyspecjalizowanych umiejętności gwarantujących prowadzenie oryginalnych badań naukowych na wysokim poziomie w dziedzinie astrofizyki cząstek i kosmologii.

III. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego.

Dorobek dydaktyczny dr K. Turzyńskiego to wykłady głównie z zakresu fizyki teoretycznej, a zatem w jego specjalności naukowej. Ważnym elementem dorobku dydaktycznego było też wypromowanie 3 magistrantów oraz 5 licencjatów, w tym jednego licencjata (M. Konieczkę) oraz jednego magistranta (S. Trojanowskiego), którzy zostali od razu wprowadzeni w działalność naukową będącą przedmiotem przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego (praca H8) lub innych prac badawczych (praca I1). Od roku 2012 opiekuje się także doktorantem wspólnie z prof. dr hab. Zygmuntem Lalakiem. Na uwagę zasługuje też fakt dwukrotnego otrzymania przez habilitanta nagrody dydaktycznej Dziekana Wydziału Fizyki UW (lata 2009 oraz 2013).

Pan dr Krzysztof Turzyński wykazał się także sporą działalnością organizacyjną na rzecz nauki. Trzykrotnie był sekretarzem naukowym prestiżowych konferencji naukowych organizowanych przez Uniwersytet Warszawski: SCALARS2011, SCALARS2013 oraz PASCOS2014. Był także współorganizatorem konferencji String Phenomenology 2009 oraz Deep Inelastic Scattering 2014.

W przypadku dr K. Turzyńskiego praca organizacyjna przeplata się też z imponującą działalnością popularyzatorską. Od pięciu lat jest on bowiem zastępcą redaktora naczelnego znanego dobrze w kraju czasopisma popularnonaukowego „Delta” i do jego obowiązków należy zarówno sprawowanie nadzoru merytorycznego nad publikowanymi w dziale fizyka artykułami (do tej pory ok. 100 artykułów) jak również zarządzanie menedżerskie, formalne i prawne redakcją tego czasopisma. Oprócz tego samodzielnie napisał 20 artykułów do „Delt” oraz po jednym do „Świata Nauki” i „Wiedzy i Życia”. Będąc doskonałym dydaktykiem dr K. Turzyński był także zaangażowany w popularyzację nauki poprzez wykłady na Festiwalach Nauki, w ramach zajęć Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci oraz Zajęć Otwartych na Wydziale Fizyki UW. W sumie w latach 2005-2014 wygłosił 26 wykładów dla dzieci i młodzieży. Uhonorowaniem działalności popularyzatorskiej dr K. Turzyńskiego było przyznanie mu w 2014 roku przez Polskie Towarzystwo Fizyczne Nagrody za Artykuł Popularnonaukowy pt. „Wszechświat w łazience”, który ukazał się w czasopiśmie „Delta” nr 1/2013.

IV. Konkluzja

Osiągnięcie naukowe p. dr Krzysztofa Turzyńskiego pt. „Widmo mocy perturbacji krzywizny w modelach inflacji z wieloma polami skalarnymi” stanowi istotny wkład w rozwój kosmologii cząstek elementarnych i wraz z pozostałymi osiągnięciami przedstawionymi do oceny zostało zauważone przez środowisko fizyków zajmujących się wczesnym Wszechświatem. Stwierdzam, że to osiągnięcie wraz z innymi osiągnięciami naukowymi, w połączeniu z całym dorobkiem dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzatorskim spełnia wymogi ustawowe stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

