

Szczecin, 8 grudnia 2015r.

Dr hab. Adam Bechler
Wydział Matematyczno-Fizyczny
Instytut Fizyki
Uniwersytet Szczeciński
Wielkopolska 15
70-451 Szczecin
tel. 91 444 1252
e-mail: adamb@univ.szczecin.pl

Ocena rozprawy habilitacyjnej i dorobku dr Wojciecha Tadeusza Chyli

Dr Wojciech Tadeusz Chyla ukończył studia magisterskie na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego w 1974r. W 1987r. uzyskał tytuł "Master of Arts in Physics" na Uniwersytecie Południowej Kalifornii (University of Southern California), a w 1992r. - stopień naukowy "Philosophy Doctor in Physics" na Uniwersytecie Północnego Teksasu (University of North Texas). Stopień ten został przyznany na podstawie rozprawy zatytułowanej "Expulsion of carriers from the double-barrier quantum well and investigation of its spectral and transport consequences". Dyplom doktorski został nostryfikowany przez Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 1994r.

W pierwszej części recenzji dokonam oceny rozprawy habilitacyjnej, natomiast druga część zawiera ocenę dorobku oraz działalności organizacyjnej i dydaktycznej.

1. Ocena rozprawy habilitacyjnej

Na rozprawę habilitacyjną dr Wojciecha Tadeusza Chyli zatytułowaną "Promieniowanie elektromagnetyczne o zmiennej częstotliwości" składa się siedem artykułów opublikowanych w latach 2000-2015. We wszystkich tych artykułach Habilitant jest jedynym autorem. Trzy pierwsze prace z tego monotematycznego cyklu opublikowane w Canadian Journal of Physics w 2000r. dotyczą problemu optyki geometrycznej światła o zmiennej częstotliwości (w autoreferacie używany jest termin "częstotliwość", w polskojęzycznej literaturze fizycznej używa się raczej terminu "częstość"). Głównym zamierzeniem dr Chyli było tutaj sformułowanie zasady ekstremum analogicznej do zasady Fermata dla światła, którego częstość może zmieniać się w trakcie propagacji lub w pewnym punkcie trajektorii promienia świetlnego (np. podczas propagacji w statycznym polu grawitacyjnym w OTW, czy przy odbiciu od ruchomego zwierciadła).

Potrzeba takiego uogólnienia zasady Fermata wynika, według dr Chyli, z tego, że (cytuję za autoreferatem)"... w klasycznej optyce geometrycznej częstotliwość promienia świetlnego jest nieistotnym stałym parametrem. ... Ewentualny związek trajektorii promienia świetlnego z jego częstotliwością nie ma szansy ujawnić się również wówczas, gdy optykę geometryczną wyprowadzamy z optyki fizycznej" (koniec cytatu). Stwierdzenie takie nie jest do końca prawdziwe, gdyż przybliżenie optyki geometrycznej można wyprowadzić z równania falowego w przybliżeniu eikonału, które otrzymuje się dokonując przybliżenia krótkofalowego w równaniu falowym, wynikającym z równań Maxwella. Zarazem przybliżenie eikonału "nie gubi" zależności od częstości.

Podjęta przez dr Wojciecha Chylę próba uogólnienia zasady Fermata miałyby polegać na jej wyprowadzeniu z bardziej podstawowej zasady wariacyjnej dla pola elektromagnetycznego prowadzącej do równań Maxwella. Ten ambitny program oparty został na przyjęciu gęstości funkcji Lagrange'a pola elektromagnetycznego w postaci [wzór (3) w publikacji {9} w spisie publikacji w autoreferacie, str. 41 i następane]

$$L_{field} = c_1 E^2 + c_2 B^2 ,$$

gdzie c_1 i c_2 miałyby być niezależnymi parametrami. Trudno jednak zgodzić się tutaj z użytym w publikacji argumentem mówiącym, że ustalenie wartości tych parametrów tak, by spełnione były równania Maxwella (co wydaje się naturalne) byłoby niezgodne z ideą zasady wariacyjnej dla trajektorii promienia, gdyż nie można jednocześnie dokonywać wariacji promienia i żądać spełnienia równań Maxwella. Ale przecież założeniem metod wariacyjnych jest to, że trajektorie wirtualne nie spełniają równań ruchu, czy to w mechanice, czy w teorii pola (stąd nazwa "trajektorie wirtualne"), spełnia je natomiast trajektoria rzeczywista. Nie ma więc żadnego powodu by pola elektryczne i magnetyczne trajektorii wirtualnych spełniały równania Maxwella (bo chyba do tego zmierza argument o dowolności wspomnianych parametrów), a ustalenie wartości c_1 i c_2 tak, by spełnione były równania Maxwella nie stoi w żadnej sprzeczności z ideą zasad wariacyjnych. Okazuje się zresztą w dalszej części wywodu, że postać "nowej zasady ekstremum" (NEP), która miałaby określać bieg promienia o zmiennej częstości, w istocie nie zależy od szczegółów lagranżjanu i ma tę samą postać dla każdego lagranżjanu kwadratowego względem pól. W tej sytuacji naturalne staje się pytanie o wiarygodność takiego wyprowadzenia zasady mającej określać bieg promienia świetlnego o zmieniającej się wzdłuż jego drogi częstości.

W jaki sposób całka działania dla kwantowego pola elektromagnetycznego miałaby być powiązana z trajektoriami promieni świetlnych? Pomijając dość dowolną postulowaną postać gęstości lagranżjanu pojawia się tutaj następny punkt rozumowania, który budzi poważne wątpliwości. Całka działania dla promienia świetlnego, także promienia o zmieniającej się częstości, obliczana jest jako wartość oczekiwana całki działania dla kwantowego pola elektromagnetycznego w stanie pola reprezentującym promień świetlny. Nawet jeśli przyjąć taki punkt widzenia za słuszny (dr Chyla powołuje się tu na zasadę wariacyjną Schwingera) jest całkowicie niejasne dlaczego promień świetlny miałby być reprezentowany przez wysoco nieklasyczny stan własny operatora liczby fotonów. Należałoby się raczej spodziewać, że typowy klasyczny promień świetlny powinien być reprezentowany przez bardziej "klasyczny" stan kwantowego pola elektromagnetycznego, np. stan koherentny. Argumentem za użyciem stanu własnego operatora liczby fotonów przytoczonym w artykule jest uproszczenie notacji (prawdopodobnie także strony obliczeniowej), wybór ten został także uzasadniony tym, że wynik końcowy nie zmienia się jeśli użyć bardziej złożonej reprezentacji pola promienia świetlnego, np. stanu koherentnego. W artykule brak jest jednak bardziej szczegółowego uzasadnienia tego stwierdzenia, np. na prostym przykładzie. Poza tym, przyjęcie założenia o stałej, dobrze określonej liczbie fotonów wzdłuż całej trajektorii promienia wyklucza sytuacje, w których dochodzi do zmiany liczby fotonów, np. przy jednoczesnym odbiciu i załamaniu na granicy dwóch ośrodków, z których jeden porusza się względem drugiego; natężenie promienia padającego dzieli się wtedy między promieniem odbitym i załamanym. Zjawisko odbicia i załamania promienia na granicy poruszających się względem siebie ośrodków było już poprzednio badane teoretycznie [por. np. Yao-Xiong Huang, "Wave four-vectors for the electromagnetic waves in relatively moving dielectric media", Journal of Modern Optics, vol. 44, str. 623-631 (1997)]. W publikacji tej podany został także związek między kątem odbicia i kątem padania, a także sformułowane zostało zmodyfikowane prawo Snella. Związki te zostały wyprowadzone na gruncie analizy warunków brzegowych na poruszającej się granicy ośrodków, analogicznie ja to się robi w "standardowej" elektrodynamice dla nieruchomej powierzchni granicznej. W publikacjach Habilitanta brak jest odniesienia do tej publikacji, gdzie przecież problem odbicia i załamania na ruchomej granicy ośrodków przy zmieniającej się częstości światła został przeanalizowany na podstawie znacznie bardziej podstawowych założeń.

Zasada Fermata w postaci sformułowanej w publikacji {9} została następnie zastosowana do wyznaczenia toru promienia świetlnego w różnych sytuacjach, w których może dochodzić do zmiany częstości w czasie propagacji: odbicie od zwierciadła ze zmianą częstości w momencie odbicia, odbicie od ruchomego zwierciadła poruszającego się w przezroczystym ośrodku

dielektrycznym i propagacja promienia świetlnego w statycznym polu grawitacyjnym i zarazem w ośrodku refrakcyjnym. Otrzymane prawa odbicia, czy obliczone odchylenie promienia świetlnego w polu grawitacyjnym przechodzą w znane wyniki w tych sytuacjach, gdy np. propagacja odbywa się w próżni bez zmiany częstości. Trudno jest jednak orzec na ile otrzymane wzory odzwierciedlają rzeczywistą sytuację w przypadku propagacji w ośrodku dielektrycznym, także dyspersyjnym. Aż prosi się tutaj o porównanie z wynikami obliczeń przeprowadzonych na gruncie bardziej podstawowych założeń, jak np. we wspomnianym wyżej artykule w *Journal of Modern Optics*, takiego porównania brak jest jednak zarówno w publikacjach Habilitanta jak i w autoreferacie.

Z tematyką trzech artykułów ({9}, {10} i {11}) traktujących o nowej zasadzie ekstremum, opublikowanych w *Canadian Journal of Physics* są częściowo powiązane prace {3} i {4} dotyczące współczynnika załamania i prędkości grupowej światła w poruszających się ośrodkach dyspersyjnych. W szczególności, w publikacji {4}, "Refraction in a relativistic medium", *Optik-International Journal of Light and Electron Optics*, vol. 124, str. 1477-1479 (2013) obliczony został współczynnik załamania dla światła wysyłanego przez źródło poruszające się z relatywistyczną prędkością w przezroczystym ośrodku dyspersyjnym, który w swoim układzie spoczynkowym jest izotropowy. W tym układzie odniesienia źródło porusza się, natomiast w układzie spoczynkowym źródła ośrodek porusza się z prędkością o tej samej wartości i przeciwnym znaku. Ze względu na to, że w tym zagadnieniu istnieje wyróżniony kierunek, ośrodek "traci" swoje izotropowe własności i prędkość fazowa światła zależy od kierunku propagacji. Można więc mówić o zależności od kierunku propagacji współczynnika załamania. Jednak otrzymany przez Habilitanta wynik [równanie (6) w artykule {4}] nie był w momencie publikacji oryginalny. Ten sam rezultat dla współczynnika załamania w ośrodku poruszającym się został opublikowany sześć lat wcześniej {Martin McCall, Dan Censor, "Relativity and mathematical tools: Waves in moving media", *American Journal of Physics*, vol. 75, str. 1134-1140 (2007)}. Mowa tu w szczególności o równaniu (38) w tej publikacji – jest to takie samo wyrażenie dla zależnego od kierunku propagacji współczynnika załamania jak wzór (6) w publikacji {4} dr Chyli, chociaż zapisane w innej notacji. We wspomnianym artykule w *American Journal of Physics* analizowana jest także prędkość grupowa światła rozchodzącego się w poruszającym się ośrodku, która jest także przedmiotem rozważań Habilitanta w pracy {3}: "Group velocity of the electromagnetic wave packet in a relativistic dispersive medium", *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 27, str. 938-943 (2013). Ponownie, brak jest odniesienia do wcześniejszej publikacji w *AJP*.

Przeoczenie zarówno publikacji w *American Journal of Physics* jak i wspomnianego wcześniej artykułu w *Journal of Modern Optics*, gdzie podobne zagadnienia analizowane były w znacznie bardziej podstawowy i gruntowny sposób, niż w publikacjach składających się na recenzowaną rozprawę habilitacyjną, nie pozwala traktować otrzymanych przez Habilitanta wyników jako w pełni oryginalnych. Autor jest odpowiedzialny za sprawdzenie, na ile otrzymane wyniki są oryginalne, tym bardziej, że ani *A.J.P.* ani *J. Mod. Optics* nie są mało znanymi "niszowymi" czasopismami.

W skład jednotematycznego cyklu publikacji składających się na rozprawę habilitacyjną dr Wojciecha Chyli wchodzi jeszcze dwa artykuły {1} i {8}. Pierwszy z nich, opublikowany w *European Physical Journal Plus*, vol. 130, str. 1-6 (2015) dotyczy kinematycznego przesunięcia linii spektralnych w ośrodku refrakcyjnym, względem którego źródło światła porusza się. Otrzymane tu wyniki mogą mieć zastosowanie w zagadnieniach astrofizyki, np. przy badaniu światła opuszczającego szybko rozszerzającą się kulę plazmową powstałą przy wybuchu supernowej. Nowym elementem jest tutaj uwzględnienie wpływu dyspersji współczynnika załamania na przesunięcie częstości. Artykuł ten może stanowić interesujący przyczynek do badania propagacji promieniowania elektromagnetycznego w zagadnieniach astrofizycznych.

W publikacji {8}, "On generation of collimated high-power gamma beams", *Laser and Particle Beams*, vol. 24, str. 143-156 (2006) poruszany jest problem termalizacji wiązki światła

laserowego pod wpływem oddziaływania foton-foton. Jak wiadomo, oddziaływanie takie jest bardzo słabe i potrzebne są bardzo silne pola elektromagnetyczne, a tym samym bardzo duże natężenia wiązek laserowych, by oddziaływanie to mogło odgrywać istotną rolę. Taka stermalizowana wiązka miałaby posiadać maksimum rozkładu widmowego dla częstości w zakresie promieniowania gamma i mogłaby ewentualnie służyć jako wiązka pompująca dla przyszłych laserów gamma. Chociaż lasery gamma są na razie bardziej w sferze idei niż rzeczywistości, nie można jednak wykluczyć, że doczekają się realizacji. Pomimo dość odległej perspektywy realizacji laserów gamma publikacja ta może stanowić przyczynek do badań nad ich realizacją, chociaż trudno w tej chwili osądzić, na ile przedstawiona w tym artykule metoda termalizacji wiązki światła jest realna. Publikacja ta jest jedyną z listy siedmiu publikacji stanowiących rozprawę habilitacyjną, która była cytowana (jedno cytowanie) przez innych autorów.

2. Ocena dorobku, działalności organizacyjnej i dydaktycznej.

Dorobek naukowy dr Wojciecha Chyli w zakresie fizyki obejmuje 15 publikacji w czasopismach z Listy Filadelfijskiej. Poza tym Habilitant opublikował 7 artykułów w czasopiśmie "Farmacja Polska", 6 artykułów w punktowanych czasopismach krajowych z listy MNiSW takich jak "Nauka", czy "Wiadomości Chemiczne" i 5 artykułów opublikowanych w innych czasopismach naukowo-technicznych i w materiałach konferencyjnych. Wśród tych publikacji znajduje się jedna związana z fizyką: "Simultaneous gravitational and refractive lensing", International Journal of Astronomy and Astrophysics, vol. 2, str. 76-80 (2012). Poza piętnastoma publikacjami wymienionymi na początku tej części recenzji i publikacją w International Journal of Astronomy and Astrophysics, pozostałe publikacje nie są związane z fizyką lub ich związek z zagadnieniami fizyki jest bardzo luźny. Liczba cytowań publikacji dr Wojciecha Chyli wynosi, według "Web of Knowledge" 24, w tym liczba cytowań bez uwzględnienia autocytowań tylko 4. Sumaryczny czynnik wpływu (IF) wynosi 14,9, a indeks Hirscha według Web of Knowledge – 3. Dr Chyla przytacza też indeks Hirscha 4 według Google Scholar. Sumaryczna punktacja według listy MNiSW wynosi 305.

Habilitant pracował w następujących instytucjach akademickich:

1974-1978, jako asystent w Instytucie Fizyki PAN w Warszawie w Zakładzie teorii Ciała Stałego i Spektroskopii Mikrofalowej, gdzie prowadził pracę badawczą i numeryczną.

1985-1987, jako asystent (teaching assistant) na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Południowej Kalifornii. Zajęcia dydaktyczne obejmowały laboratoria studenckie, sprawdzanie i punktowanie prac domowych itp.

1987-1991, Instruktor (Teaching Fellow) i teaching assistant na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Północnego Teksasu, gdzie prowadził wykłady z mechaniki i z termodynamiki, a także zajęcia laboratoryjne.

1994-1998, Adiunkt na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym W.S.P. w Olsztynie (obecnie Uniwersytet Warmińsko-Mazurski). Prowadził wtedy zajęcia z fizyki ogólnej i współczesnej, ćwiczenia rachunkowe z fizyki i zajęcia laboratoryjne.

Wśród innych zajęć związanych z instytucjami akademickimi można wymienić pracę konsultanta w Zakładzie Krystalografii Uniwersytetu Warszawskiego i w Zespole Konstrukcji Metalowych Politechniki Warszawskiej oraz pracę laboranta w Instytucie Biologii Doświadczalnej PAN. Wśród instytucji nieakademickich, w których dr Wojciech Chyla pracował wymienię Główny Urząd Miar (na stanowisku głównego specjalisty i Główny Urząd Statystyczny (od 2014r. do chwili obecnej).

W latach 1989-1993 dr Wojciech Chyla był członkiem Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego, a od 1989r. do chwili obecnej jest członkiem $\Sigma\Pi\Sigma$ (Physics Honor Society), USA.

W 2013r. dr Chyla był delegatem na "63 General Assembly CECIP (European Association of Manufacturers of Weighing Instruments)" w Roterdamie, a w 2010r. pełnił funkcję sekretarza

posiedzenia Komitetu Technicznego TC1 OIML (International Organization of Legal Metrology) w Warszawie.

W skład dorobku dr Chyli wchodzi także recenzje artykułów dla czasopism naukowych, przekłady i recenzje monografii.

3. Podsumowanie

Główna część jednotematycznego cyklu publikacji dotycząca zasady Fermata nie porusza według mnie zagadnienia, które byłoby bardzo istotne dla zrozumienia mechanizmu propagacji światła w sytuacjach rozważanych w tych publikacjach. O ile wyprowadzenie zasady Fermata z bardziej podstawowych założeń mogłoby być interesujące samo dla siebie, nie uważam, by obrona przez Habilitanta metoda była w pełni uzasadniona. Wątpliwości budzi wybór stanu kwantowego pola elektromagnetycznego, który miałby reprezentować promień świetlny, nie jest także jasny związek przedstawionego wywodu z zasadą wariacyjną Schwingera, na którą dr Chyla się powołuje. Wątpliwości budzi także dość dowolny wybór funkcji Lagrange'a; nie ma to zresztą istotnego znaczenia, gdyż ten sam rezultat otrzyma się dla każdego lagranżjanu kwadratowego względem pól. Z kolei wyniki otrzymane w dwóch publikacjach dotyczących współczynnika załamania światła i prędkości grupowej światła w ośrodkach poruszających trudno uznać za w pełni oryginalne.

W mojej ocenie dr Wojciech Chyla, wykazując w sumie dużą aktywność zawodową i pracując w różnych instytucjach i firmach, posiada skromny dorobek w zakresie fizyki. Jest to tylko 15 publikacji w czasopismach z Listy Filadelfijskiej (w tym 13 po doktoracie). Liczba cytowań jest niewielka (jedynie 4 bez autocytowań).

W świetle przedstawionych powyżej uwag uważam, że przedstawiony przez Habilitanta zbiór jednotematycznych publikacji stanowiących rozprawę habilitacyjną, jak i pozostałe elementy dorobku nie stanowią w osiągnięcia naukowego wystarczającego do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych.

