



Prof. dr hab. Michał Banaszak
Wydział Fizyki
Zakład Fizyki Kwantowej
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Umultowska 85
61-614 Poznań
e-mail: michal.banaszak@amu.edu.pl
telefon: 61-8295065

Poznań, 2 grudnia 2016

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Waldemara Tomaszewskiego
pt. „Dynamika łańcuchów i lin”.**

Przedstawiona mi do recenzji dysertacja doktorska dotycząca dynamiki łańcuchów i lin została przygotowana przez Pana mgr. inż. Waldemara Tomaszewskiego pod kierunkiem Pana prof. dr. hab. Piotra Pierańskiego w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk. Wybór tej tematyki badawczej oraz sformułowanie ambitnych celów naukowych zasługuje na wysokie uznanie.

Praca ma nieomal charakter “spinki” czyli spiętego zbioru monotematycznych prac naukowych, które po dodaniu stosownego komentarza mogą stanowić dysertację doktorską. Należy jednak zauważyć, że jeden z rozdziałów rozprawy jest oparty o pracę, która została wysłana do *American Journal of Physics*, ale nie została jeszcze przyjęta do druku. Pewną osobliwością recenzowanej dysertacji jest też fakt, iż prace składające się na nią były opublikowane w latach 2004-2006, a zatem ponad 10 lat temu.

Praca doktorska została napisana na 161 stronach, składa się z ośmiu rozdziałów, zawiera spis treści, 70 rysunków, dwa dodatki z kodami źródłowymi oraz obszerną i aktualną bibliografię. Zawiera też wstęp, opis stosowanych modeli i metod numerycznych oraz wyniki badań, ich dyskusję i wnioski końcowe. Dysertacja została napisana poprawną polszczyzną, choć Doktorant nie ustrzegł się pewnych usterek redakcyjnych i językowych.

Z dużym uznaniem przyjąłem zasygnalizowanie przez Doktoranta związku lin i łańcuchów z fizyką polimerów i biopolimerów (a w szczególności DNA).

Ponieważ w swych badaniach Recenzent zajmuje się między innymi polimerami w zewnętrznym polu samouzgodnionym (które może być traktowane formalnie jako *pole zewnętrzne*, podobnie jak grawitacja w modelach lin i łańcuchów), to widzę interesujące możliwości wykorzystania metod stosowanych przez mgr. inż. Waldemara Tomaszewskiego do badań układów polimerowych, zarówno jedno- jak i wielo-łańcuchowych. Siły dyssypatywne stosowane w niniejszej dysertacji, mają postać podobną do tej używanej w standardowych modelach opisujących dynamikę polimerów, znanych jako modele Rouse'a i Zimma.

Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie do tematyki rozprawy i przedstawia układ całej pracy.

W rozdziale drugim omówione są modele lin i łańcuchów, które Autor stosuje w swej rozprawie. W szczególności Doktorant omawia modele analityczne liny. Wyznaczona została postać analityczna krzywej łańcuchowej, której kształt przyjmuje wiszący łańcuch. Po wyznaczeniu krzywej łańcuchowej Autor rozważa jej dyskretną wersję i dyskretyzując linię. W dalszym ciągu Doktorant pokazuje, że lina może też być rozważana jako pręt elastyczny. Omawiane są też inne dyskretne modele lin i łańcuchów. Również w rozdziale drugim wprowadzone są modele oraz odpowiadające im równania ruchu, które przedstawione są w postaci dyskretnej, wykorzystywanej w dalszej części do obliczeń numerycznych. Energia badanych układów zawiera składniki dyssypatywne, sprężyste, grawitacyjne oraz kinetyczne. Z tego rozdziału można wywnioskować, iż recenzowana rozprawa znajduje się w głównym nurcie mechaniki klasycznej.

W rozdziale trzecim opisane są metody numerycznego całkowania równań ruchu, a zatem jest to rozdział w którym przedstawione zostały narzędzia badawcze. Następnie Doktorant opisuje wykonane przez Niego testy numeryczne. Moim zdaniem jest to jeden z najlepszych fragmentów rozprawy dla czytelnika, który nie jest specjalistą w temacie lin i łańcuchów. Jest to interesujący materiał dydaktyczny zarówno dla studenta jak i doktoranta. Doświadczony badacz może też wiele skorzystać z lektury tego rozdziału, między innymi z uwagi na aktualną bibliografię.

W kolejnych rozdziałach przedstawione są wyniki badań, które zostały już opublikowane w renomowanych czasopismach lub też zostały złożone do druku. Według bazy Web of Science praca pt. *The motion of a freely falling chain tip* została opublikowana w **American Journal of Physics** (5-letni *impact factor* 0,969) i była już cytowana 20 razy, a praca pt. *Dynamics of ropes and chains: I. the fall of the folded chain* została opublikowana w **New Journal of Physics** (5-letni *impact factor* 3,501) była cytowana 10 razy. Liczba cytowań pokazuje, że prace Doktoranta spotkały się z oddźwiękiem w literaturze światowej oraz, że przedstawiona tematyka wpisuje się ze sporym

powodzeniem we współcześnie kierunki rozwoju fizyki.

W celu krótkiego podsumowania głównych wyników badawczych warto zwrócić uwagę na prace, które stanowią podstawę rozdziałów 4, 5, 6 i 7. W szczególności:

- Rozdział czwarty jest oparty na bazie publikacji oznaczonej w bibliografii jako [TP05]:
W. Tomaszewski and P. Pierański, Dynamics of ropes and chains: I. the fall of the folded chain, New Journal of Physics, 7(45), 2005.
- Rozdział piąty na publikacji oznaczonej jako [TPG06]:
W. Tomaszewski P. Pierański, and J.-C. Geminard, The motion of a freely falling chain tip, American Journal of Physics, 74, pp. 776-783, 2006.
- Rozdział szósty na manuskrypcie oznaczonym jako [Tom16]:
W. Tomaszewski, The motion of the center of mass of the falling chain. Numerical approach. Submitted for publication in America Journal of Physics, 2016.
- Rozdział siódmy na publikacjach oznaczonych jako [TP04] i [PT04]:
W. Tomaszewski i P. Pierański, Fizyka strzału z bicia, Postępy fizyki, T. 55, z. 1:10, 2004,
W. Tomaszewski i P. Pierański, Fizyka strzelającego bicia, Foton, T. 85:4-13, 2004.

W rozdziale czwartym zostały przedstawione wyniki obliczeń numerycznych spadku łańcucha złożonego oraz porównane z innymi wynikami numerycznymi oraz doświadczalnymi. Autor wyjaśnia również w tym rozdziale przyczynę faktu iż koniec łańcucha spada z przyspieszeniem większym niż przyspieszenie ziemskie.

W rozdziale piątym rozszerzono tematykę badań opisanych w rozdziale 4. W szczególności pokazane zostały wartości prędkości, przyspieszenia oraz czasu spadku końca łańcucha, którego końce wiszą początkowo na jednym poziomie a odległość między końcami wzrasta.

W rozdziale szóstym pokazano, że początkowe składowe przyspieszenie środka masy (a szczególnie składowa pozioma) mają istotny wpływ na wartości przyspieszeń w późniejszej części trajektorii spadku łańcucha.

W rozdziale siódmym zostaje przedstawione niezwykle intrygujące zjawisko strzału z bicia prostego oraz bicia australijskiego. Pokazano i porównano wyniki otrzymane dla obu technik strzału z bicia.

Rozdział ósmy zawiera zakończenie rozprawy. Reasumując, główną wartość tej pracy upatruję w ukazaniu jak klasyczny dział fizyki (tzn. mechanika) może być wykorzystany do rozwiązywania ciekawych problemów, które są interesujące dla nie-fizyków. Za bardzo wartościowy uważam materiał dydaktyczny, szczególnie z metod numerycznych stosowanych do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. Również systematyczne porównanie wyników numerycznych z ich doświadczalnymi odpowiednikami podnosi znacząco wartość rozprawy doktorskiej.

Konkluzja

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Waldemara Tomaszewskiego pt.: „Dynamika łańcuchów i lin” spełnia ustawowe wymogi dotyczące prac doktorskich i dlatego wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.



Michał Banaszak