

Propagacja fal w sztywnym przewodniku ciepła modelowanym zgodnie z hydrodynamiką gazu fononów

Proponowany temat rozprawy dotyczy modelowania transportu ciepła w zminiaturyzowanych strukturach dielektrycznych i półprzewodnikowych poddanych dużym dynamicznym obciążeniom termicznym. Wiadomo, że proponowane często fenomenologiczne modele (np. znane równanie Cattaneo-Maxwella) okazały się mało przydatne w takich przypadkach i konieczne stało się odwołanie do opisu mikroskopowego zjawisk transportu ciepła. Ponieważ w dielektrykach i półprzewodnikach fononowy transport ciepła jest dominujący, to makroskopowy opis zjawisk termicznych musi korespondować z hydrodynamiką gazu fononów. Ostatnio, w pracy [1] zaproponowano makroskopowy model transportu ciepła z wektorowym parametrem wewnętrznym, który odpowiada cztero-momentowej hydrodynamicie gazu fononów opartej na maksymalizacji entropii Boltzmana i uwzględnia nieliniowość fononowego związku dyspersyjnego. Dzięki uwzględnieniu tej nieliniowości, będzie występować bowiem zależność prędkości propagacji fal termicznych od temperatury ośrodka, którą to zależność potwierdzają dane doświadczalne. Model ten opracowano zarówno dla przypadku gdy dziedzina wektorów falowych fononów jest nieskończona (aproksymowana cała przestrzeń) jak i dla przypadku skończonej dziedziny wektorów falowych (sfery Debye'a). Proponowany temat obejmuje zatem zarówno metody momentowe kinetycznej teorii gazów kwantowych jak i modelowanie fenomenologiczne ośrodków ciągłych. Celem rozprawy jest analiza fal termicznych, które mogą się propagować w sztywnym przewodniku ciepła określonym modelem wyprowadzonym w pracy [1]. Rozprawa będzie obejmować dyskusję problemu istnienia globalnych gładkich rozwiązań w oparciu o warunek Kawashimy [2] oraz rozwiązanie zagadnienia propagacji fal słabej nieciągłości z uwzględnieniem dyskusji równania ewolucji amplitudy. Planuje się również zastosowanie metody perturbacyjnej (metoda nieliniowej optyki geometrycznej) do zbadania przybliżonych rozwiązań falowych. Rozpatrywana będzie także propagacja fal silnej nieciągłości, w tym warunki dopuszczalności (entropijny i Laxa) fal „ciepłych” i „zimnych” [3]. Rozważania prowadzone będą dla przypadku skończonej i dla przypadku nieskończonej dziedziny wektorów falowych. Zbadane zostaną także własności modelu wyspecyfikowanego dla szczególnych związków dyspersyjnych proponowanych w fizyce ciała stałego (związki te są cytowane w pracy [1]).

KONTAKT: Dr hab. Wiesław Larecki, ZTOC/PMAiTP, Pawińskiego 5B, Warszawa,
tel. 22 826 12 81 wew. 175, wlarecki@ippt.gov.pl

- [1] Larecki W, Banach Z. Consistency of the phenomenological theories of wave-type heat transport with the hydrodynamics of a phonon gas. *J Phys A: Math Theor* 2010;43:385501.
- [2] Banach Z, Larecki W. Kawashima condition for a hyperbolic moment model of phonon hydrodynamics. *Int. J. Dynamical Systems and Differential Equations* 2008;1:263-75.
- [3] Ruggeri T, Muracchini A, Seccia L. Continuum approach to phonon gas and shape changes of second sound via shock waves theory. *1994 Nuovo Cimento D* 1994;16;15-44.