

Summary of the Dissertation (Polish version)

Thermodynamic methods for relativistic hydrodynamics

Lorenzo Gavassino (lorenzo.gavassino@gmail.com)

Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Polish Academy of Sciences, ul. Bartycka 18, 00-716 Warsaw, Poland

Hydrodynamika relatywistyczna jest niezbędnym narzędziem do modelowania wielu układów astrofizycznych, w tym dysków akrecyjnych, gwiazd neutronowych i samego Wszechświata. Symulacje hydrodynamiczne to jedyny sposób, za pomocą którego możemy uzyskać solidne prognozy ilościowe dotyczące wysokoenergetycznych zjawisk astrofizycznych, takich jak supernowe, dżety i łączenie się gwiazd neutronowych.

Możemy uznać hydrodynamikę relatywistyczną za punkt przecięcia termodynamiki i klasycznej teorii pola. Niestety, zaimplementowanie nieodwracalnego charakteru pierwszego, w sposób zgodny z matematycznymi wymaganiami drugiego (np. przyczynowość i zagadnienie poprawnie postawione dla wartości początkowej) to trudne zadanie. Wiele równań różniczkowych, które wydają się być motywowane fizycznie (takie jak równanie ciepła), nie nadaje się do wykorzystania jako relatywistyczne teorie pola.

Praca ta dotyczy dwóch głównych otwartych problemów hydrodynamiki relatywistycznej: spójności termodynamicznej (tj. upewnienie się, że wszystkie zasady termodynamiczne są przestrzegane) i stabilności (tj. upewnienie się, że płyny nie odbiegają spontanicznie od równowagi termodynamicznej). Opracowujemy kilka metod i diagnostyk do testowania, czy teoria ma sens fizyczny i dobrze nadaje się do implementacji numerycznej. Najważniejszym wynikiem tej pracy jest to, że dla dużej klasy teorii, stabilność jest matematycznie równoważna spójności termodynamicznej.