

Streszczenie

Celem pracy jest przedstawienie nowej metody symulacji Monte Carlo, pozwalającej na analizę rozwiązań ogólnorelatywistycznego równania Własowa, opisującego gaz nie zderzających się cząstek w silnych polach grawitacyjnych. W pracy przedstawiono podstawy formalizmu relatywistycznej przestrzeni fazowej, metody klasyfikacji trajektorii oraz ogólną konstrukcję metody Monte Carlo. Na podstawie opracowanej metody stworzono symulację numeryczną akrecji gazu Własowa na statyczną czarną dziurę Schwarzschilda oraz na czarną dziurę poruszającą się przez dwuwymiarowy rozkład gazu w płaszczyźnie równikowej. W obu przypadkach gaz rozciąga się do nieskończoności, gdzie spełnia rozkład Maxwella-Jüttnera. Uzyskane wyniki pokazują, że stworzona metoda może być stosowana z powodzeniem do analizy przypadków wykraczających poza sferyczną symetrię lub osiową symetrię w przypadku płaskim. Porównanie wyników symulacji z dokładnymi wyrażeniami na gęstość prądu cząstek wykazuje doskonałą zgodność.

Drugim ważnym wynikiem pracy jest przedstawienie nowej metody rozwiązywania równań geodezyjnych w czasoprzestrzeniach Schwarzschilda i Kerra. Bazując na mało znanych wynikach Biermanna i Weierstrassa, dla każdej z czasoprzestrzeni otrzymano pojedynczy układ wzorów opisujących wszystkie nieradialne, czasopodobne i zerowe geodezyjne, wyrażonych za pomocą funkcji Weierstrassa. Rozwiązania są parametryzowane przez stałe ruchu oraz współrzędne początkowe. Dodatkowo w przypadku czasoprzestrzeni Kerra, po raz pierwszy przedstawiono jawne rzeczywiste wyrażenia opisujące geodezyjne bez radialnych punktów zwrotnych.

Rozprawa składa się z pięciu publikacji, jednego artykułu opublikowanego w formie preprintu oraz dodatkowego wprowadzenia.