

Abstract

Both theories, Maxwell source-free electromagnetism and vacuum Einstein theory of gravity allow for solutions with a rich topological structure. In the dissertation, the author generalizes original description of electromagnetism with the help of conformal Yano–Killing tensors to the case of the Plebański–Demiański black hole. The proposed formalism is used to describe electromagnetism and weak gravitational field with a non-trivial topological structure in Minkowski space-time. These solutions, called Hopfions, are very simply and effectively described in the proposed formalism. Topological structure of electromagnetic fields is characterized by the concept of helicity. In the dissertation, the author proposes an analogical quantity for linearized gravitational field. Quasi-local (super-)energy densities are compared for gravitational Hopfion. The generating function for Hopfions displays a close relationships with the so-called Magic Field. Magic Field is obtained from the electromagnetic field of Kerr–Newman black hole in the $m \rightarrow 0$ limit, see section 4.1.1. The author has analyzed the relationships between Hopfions and Magic Field.

Streszczenie

Obie teorie, bezźródłowa teoria elektromagnetyzmu Maxwella i próżniowa teoria grawitacji Einsteina pozwalają na istnienie rozwiązań o bogatej strukturze topologicznej. W pracy uogólniono autorski opis elektromagnetyzmu z wykorzystaniem konforemnych tensorów Yano-Killinga do czasoprzestrzeni uogólnionej czarnej dziury Plebańskiego – Demiańskiego. Wykorzystano zaproponowany formalizm do opisu elektromagnetyzmu i słabego pola grawitacyjnego o nietrywialnej strukturze topologicznej w czasoprzestrzeni Minkowskiego. Rozwiązania te, nazywane Hopfionami, bardzo prosto i efektywnie są opisywane w zaproponowanym formalizmie. Strukturę topologiczną rozwiązań elektromagnetycznych charakteryzują wielkość nazywana skrętnością (z ang. *helicity*). W pracy autor zaproponował analogiczną wielkość dla zlinearyzowanej grawitacji. Funkcja generująca dla Hopfionów wykazuje związki z tzw. elektromagnetycznym Polem Magicznym. Pole Magiczne otrzymuje się z pola elektromagnetycznego czarnej dziury Kerra–Newmana w granicy masy dążącej do zera, zobacz rozdział 4.1.1. Autor przeanalizował związki pomiędzy Hopfionami i Polem Magicznym.