

Abstract

Modern physics is based mainly on three major theories – general relativity, quantum field theory, and (quantum) thermodynamics. Acoustics in fluids has been traditionally studied as a sub-discipline of classical mechanics, more precisely fluid dynamics. This necessarily assumes velocities much below the speed of light and length scales much above the molecular scale of the fluid. However, like acoustics, all three modern theories are field theories, whether classical (gravitation) or quantum (quantum field theory and quantum thermodynamics). This fact opens many possibilities for establishing direct analogies between classical acoustics and the other theories. Such analogies are in the focus of the work presented here. The analogy with covariant (as well as quantum) vector theory of electromagnetism is also addressed, as the most natural link between the analogue scalar theory of acoustics and the second-order tensor theory of general relativity. Moreover, all these together allow a formulation of an analogue unified theory, in which the fundamentals of acoustics in fluids are expressed using the formalisms of more modern field theories and which further narrows the gap between the apparently remote physics.

Zusammenfassung

Die moderne Physik basiert im Wesentlichen auf drei Theorien – der Allgemeinen Relativitätstheorie, der Quantenfeldtheorie und der (Quanten-)Thermodynamik. Akustik in Fluiden wird traditionell als eine Unterdisziplin der klassischen Mechanik bzw. Fluidodynamik betrachtet. Dabei werden die Geschwindigkeiten weit unter der Lichtgeschwindigkeit sowie die Längenskalen weit über der molekularen Skala des Fluids angenommen. Jedoch sind alle drei modernen Theorien, wie die Akustik, Feldtheorien, ob klassisch (Gravitation) oder quantentheoretisch (Quantenfeldtheorie und Quantenthermodynamik). Diese Tatsache eröffnet die Möglichkeiten, direkte Analogien zwischen der klassischen Akustik und den anderen Theorien herzustellen. Solche Analogien stehen im Mittelpunkt der hier vorgestellten Arbeit. Die Analogie zur kovarianten Vektorthorie des Elektromagnetismus (inkl. Quantenelektrodynamik) wird ebenfalls behandelt, da diese eine natürliche Verbindung zwischen der analogen Skalartheorie der Akustik und der Tensortheorie der allgemeinen Relativitätstheorie darstellt. Darüber hinaus ermöglichen all diese Erkenntnisse die Formulierung einer analogen einheitlichen Theorie, in welcher die Grundlagen der Akustik in Fluiden unter Verwendung der Formalismen modernerer Feldtheorien ausgedrückt werden können sowie die Kluft zwischen den scheinbar weit entfernten physikalischen Theorien weiter verringert wird.