



دانشگاه رازی

دانشکده علوم

جلسه دفاع از پایان نامه دکتری

عنوان:

ترمودینامیک سیاهچاله های برانس-دیکی چهاربعدي در حضور چشمه های غیرخطی

ارائه دهنده: ارش حقیقی

زمان: 1404/07/30 ساعت 10:00



ایجناب ارش حقیقی، موفق به اخذ مدرک کارشناسی فیزیک کاربردی در سال 1385 از دانشگاه رازی کرمانشاه و نیز مقطع کارشناسی ارشد در رشته فیزیک، گرایش نظری در سال 1393 از دانشگاه رازی کرمانشاه شدم. و در حال حاضر دانشجوی مقطع دکتری فیزیک از دانشگاه رازی کرمانشاه می باشم. ایجناب در زمینه گرایش و کیهانشناسی در مورد حل معادلات برانس-دیکی چهاربعدي دارایی مهارت می باشم. ایجناب در این سالها از محضر اساتید برجسته ای همچون دکتر محسن دهقانی و دکتر کرم بهاری بهره بردم.

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت
1	دکتر محسن دهقانی	استاد راهنما
2	دکتر کرم بهاری	داور
3	دکتر اردشیر رابعی	داور
4	دکتر امین صالحی	داور خارجی
5	دکتر جلیل ناجی	داور خارجی
6	دکتر الهام حاتمی	نماینده تحصیلات تکمیلی

چکیده

نسبیت عام اینشتین اگرچه بسیاری از آزمون های تجربی و دینامیک سامانه خورشیدی را به دقت توضیح می دهد، اما اصل ماخ و فرضیه اعداد بزرگ دیراک را پوشش نمی دهد؛ از این رو توسعه نظریه های تعمیم یافته مانند اینشتین - دیلاتون و برانس - دیکی اجتناب ناپذیر است. در این راستا، مطالعه ترمودینامیک سیاهچاله ها که ریشه در آثار بکنشتاین و هاوکینگ دارد، به یکی از زمینه های مهم پژوهشی بدل گردید. نشان داده شد که دما و ظرفیت گرمایی در تعیین پایداری سیاهچاله ها نقش کلیدی دارند. در این رساله، ابتدا سیاهچاله های رایزنر-نوردستروم، سیاهچاله های مجانباً آنتی دوسیته باردار در حضور

الکترودینامیک اویلر- هایزنبرگ و سیاهچاله‌های برانس - دیکی در حضور الکترودینامیک خطی به صورت اجمالی مورد بررسی قرار گرفتند. فصل پنجم که بخش اصلی پژوهش است به مطالعه سیاهچاله‌های برانس-دیکی چهار بعدی در حضور الکترودینامیک اویلر- هایزنبرگ اختصاص یافت. برای دستیابی به این هدف، معادلات میدان را در یک فضا-زمان ایستا و کروی متقارن به دست آوردیم. نتایج نشان دادند که معادلات میدان به شدت جفت شده‌اند و حل مستقیم آن‌ها دشوار است؛ از این رو با بهره‌گیری از تبدیلات همدیس، کنش از چارچوب جوردن به چارچوب اینشتین منتقل شد. محاسبات نشان دادند که در نظر گرفتن پارامتر غیرخطی اویلر- هایزنبرگ به عنوان کمیتی ناورد موجب نقض قانون اول ترمودینامیک می‌شود. با این حال، با ارائه پیشنهاد $a \rightarrow ae^{-6\beta\phi}$ معادلات اصلاح شده، نوشته شده و جواب‌هایی استخراج گردید که قانون اول در آن‌ها برقرار بود. سپس پایداری گرمایی و گذارهای فازی این سیاهچاله‌ها در چارچوب آنسامبل کانونیکی تحلیل شدند. در ادامه، سیاهچاله‌های دیلاتون در حضور الکترودینامیک غیرخطی بررسی شدند و مجموعه‌ای از جواب‌های چندافقی به دست آمد که بازتاب‌دهنده پدیده ضد تبخیر کوانتومی بودند. همچنین نشان داده شد که اعتبار قانون اول ترمودینامیک مستلزم ارتباط مشخصی میان پارامتر اسکالر-الکترومغناطیس α و پارامتر دیلاتون β است که از طریق رابطه $\beta = -2\alpha$ به هم مرتبط باشند. یافته‌های این تحقیق نشان دادند که ترکیب نظریه‌های اسکالر- تانسور با الکترودینامیک غیرخطی نه تنها چارچوبی منسجم برای درک بهتر ترمودینامیک سیاهچاله‌ها فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند در بررسی پایداری گرمایی و آزمون نظریه‌های بنیادی گرانس نیز مورد استفاده قرار گیرد.

Abstract

Einstein's general relativity, while accurately explaining many experimental tests and the dynamics of the solar system, does not cover Mach's principle and Dirac's large numbers hypothesis; thus, the development of generalized theories such as Einstein-Dilaton and Brans-Dicke is inevitable. In this context, the study of black hole thermodynamics, rooted in the works of Bekenstein and Hawking, has become one of the important research areas. It has been shown that temperature and heat capacity play a key role in determining the stability of black holes. In this thesis, we first briefly examined the Reissner-Nordström black holes, asymptotically anti-de Sitter charged black holes in the presence of Euler-Heisenberg electrodynamics, and Brans-Dicke black holes in the presence of linear electrodynamics. The fifth chapter, which is the main part of the research, is dedicated to the study of four-dimensional Brans-Dicke black holes in the presence of Euler-Heisenberg electrodynamics. To achieve this goal, we derived the field equations in a static and spherically symmetric spacetime. The results showed that the field equations are highly coupled, making their direct solution challenging; therefore, we employed conformal transformations to transfer the action from the Jordan frame to the Einstein frame. The calculations indicated that considering the nonlinear Euler-Heisenberg parameter as a non-conserved quantity leads to a violation of the first law of thermodynamics. However, by proposing $a \rightarrow ae^{-6\beta\phi}$, modified equations were written, and solutions were extracted in which the first law was upheld. Then, the thermal stability and phase transitions of these black holes were analyzed within the framework of the canonical ensemble. Subsequently, dilaton black holes in the presence of nonlinear electrodynamics were examined, yielding a set of multi-horizon solutions that reflected the phenomenon of quantum anti-evaporation. It was also shown that the validity of the first law of thermodynamics requires a specific relationship between the scalar-electromagnetic parameter α and the dilaton parameter β , which are related through the relation $\beta = -2\alpha$. The findings of this research demonstrate that the combination of scalar-tensor theories with nonlinear electrodynamics not only provides a coherent framework for better understanding black hole thermodynamics but can also be utilized in examining thermal stability and testing fundamental gravitational theories.