

Abstract

We investigate the equation of state (EoS) for compact stars under the influence of a minimal length scale, utilizing two distinct approaches: the effective Generalized Uncertainty Principle (GUP) and noncommutative geometry via coherent states coordinates. Our application of the effective Kempf GUP formalism to the MIT Bag Model yields a modified EoS that aligns with the conventional theory as the GUP parameter approaches zero, revealing a maximal baryon density alongside a slight increase in the mass-radius relation of compact objects, indicating enhanced stability against gravitational collapse. These findings extend existing research on GUP-deformed Fermi gases. We then briefly outline the path towards an even more generalized GUP framework capable of integrating a variety of particles and interactions. Conversely, when applying the coherent states approach to the MIT Bag Model, we observe an overall qualitatively consistent behavior with the GUP model, though without quantitatively significantly impacting the EoS or mass-radius relations. Ultimately, our descriptions introduce minimal length scales and, consequently, the effects of quantum gravity in a mathematically simple manner, suggesting their potential for extension to more complex systems.

Resumo

Investigamos a equação de estado (EoS) para estrelas compactas sob a influência de uma escala de comprimento mínima, utilizando duas abordagens distintas: o Princípio da Incerteza Generalizado (GUP) efetivo e a geometria não comutativa por meio de coordenadas de estados coerentes. Nossa aplicação do formalismo GUP efetivo de Kempf ao MIT Bag Model resulta em uma EoS modificada que se alinha com a teoria convencional à medida que o parâmetro GUP se aproxima de zero, revelando uma densidade bariônica máxima juntamente com um leve aumento na relação massa-raio de objetos compactos, indicando maior estabilidade ao colapso gravitacional. Esses achados estendem pesquisas existentes sobre gases de Fermi deformados pelo GUP. Em seguida, esboçamos brevemente o caminho para um modelo de GUP ainda mais generalizado, capaz de integrar uma variedade de partículas e interações. Por outro lado, ao aplicar a abordagem de estados coerentes ao MIT Bag Model, observamos um comportamento geral qualitativamente consistente com o modelo GUP, embora sem impactar significativamente de forma quantitativa a EoS ou as relações massa-raio. Em última análise, nossas descrições introduzem escalas de comprimento mínimas e, conseqüentemente, os efeitos da gravidade quântica de maneira matematicamente simples, sugerindo seu potencial para extensão a sistemas mais complexos.