



CONSTANÇA PROVIDÊNCIA

Composição de uma estrela de neutrões: utilização de modelos microscópicos com inferência

A composição das estrelas de neutrões continua a ser objeto de debate. As descrições agnósticas da equação de estado constituem uma ferramenta poderosa para determinar a região permitida no espaço pressão-densidade de energia ou massa-raio, definida pelas observações e por cálculos teóricos *ab-initio* a baixas e altas densidades. Estes métodos, no entanto, não conseguem fornecer informações concretas sobre a composição das estrelas de neutrões. É, portanto, necessário compreender a microfísica que abrange as regiões determinadas pelas descrições agnósticas. Em particular, identificar sinais do aparecimento de graus de liberdade não nucleónicos ou de matéria de quarks. Espera-se que a próxima geração de detetores de ondas gravitacionais e eletromagnéticas permita determinar o raio e a massa das estrelas de neutrões com uma incerteza reduzida, o que terá um impacto importante na informação que pode ser extraída sobre a equação de estado da matéria bariónica em condições de alta densidade.

Utilizaremos modelos microscópicos para descrever as diferentes fases da matéria, incluindo modelos relativistas de campo médio, modelos com simetria quiral e modelos de quarks. A inferência Bayesiana é utilizada para determinar os parâmetros do modelo, dado um conjunto de restrições. Estas restrições incluem as propriedades da matéria nuclear, observações de estrelas de neutrões e cálculos teóricos *ab-initio* a baixas e altas densidades. No âmbito destes modelos microscópicos, serão discutidas as propriedades das estrelas de neutrões e da matéria bariónica, tendo em conta as restrições impostas. Serão referidas algumas limitações dos modelos microscópicos e para ultrapassar essas limitações será apresentada uma formulação generalizada baseada numa descrição microscópica. Será discutido o efeito de considerar diferentes composições da matéria.

Neutron star core composition: using microscopic models with Bayesian inference

The composition of the core of neutron stars is still under debate. Agnostic descriptions of the equation of state are a powerful tool to determine the allowed region in the pressure-energy density or mass-radius space defined by observations and theoretical ab-initio calculations. These methods, however, cannot really give information on the neutron star composition. Understanding the microphysics that spans the regions determined by agnostic descriptions is, therefore, necessary. In particular, we are interested in identifying signatures of the onset of exotic degrees of freedom or quark matter. It is expected that the next generation of gravitational wave and electromagnetic detectors will allow the determination of the neutron star radius and mass with a small uncertainty, which will have an important impact on the information that can be extracted about the high density equation of state of baryonic matter.

Microscopic models are used to describe the different phases of matter, including relativistic mean field models, chiral symmetric models, and quark models. Bayesian inference can be used to determine model parameters given a set of constraints. These constraints include nuclear matter properties, neutron star observations, and theoretical ab initio calculations at low and high densities. This talk will discuss the dependence on priors, constraints, the choice of likelihoods and composition. Within these microscopic models, we will discuss the properties of neutron stars and baryon matter, taking into account the imposed constraints. Some limitations of microscopic models will be referred to, and a generalised framework based on a microscopic description will be presented. The effect of considering different matter compositions will also be discussed.

Academia das Ciências de Lisboa, 15 de outubro de 2026