

Efecto de la proporción de materia extraña en las características físicas de estrellas de neutrones híbridas

MORALES, Silvia¹; SEVILLA, Diego²

¹FCEIA / morales@fceia.unr.edu.ar

²FCEIA /dsevilla@fceia.unr.edu.ar

Palabras claves: estrellas de neutrones; materia extraña; estrellas híbridas

INTRODUCCIÓN

Estrella de neutrones es el nombre con el que se conoce a los objetos estelares más densos que existen, con características próximas a las de los agujeros negros. Debido a tales densidades las propiedades que presentan son extremas: típicamente muestran campos magnéticos 10^{14} y aceleración de gravedad sobre la superficie 10^{11} veces superiores a los de la Tierra. Dichas condiciones están muy lejos del alcance experimental, por lo que las propiedades de la materia que las conforman sólo puede inferirse extrapolando el conocimiento proveniente de los colisionadores de partículas, lo que implica un alto grado de incerteza en las ecuaciones de estado. Han sido propuestas varios cientos de ecuaciones de estado para la materia del núcleo, que abarca más del 90% de la estrella, considerando diferentes composiciones de partículas—hadrones, hiperones, quarks desconfiados—y enfoques para describir la interacción entre ellas. Los parámetros que intervienen en dichos modelos son ajustados continuamente en función de los nuevos datos observacionales. Sin embargo aun existen muchas preguntas sin respuesta que ya surgen en los modelos más simples—ecuaciones de estado politrópicas y MIT Bag Model—, los cuales se supone pueden describir correctamente en foma cualitativa, y aproximadamente en forma cuantitativa, el comportamiento de la materia.

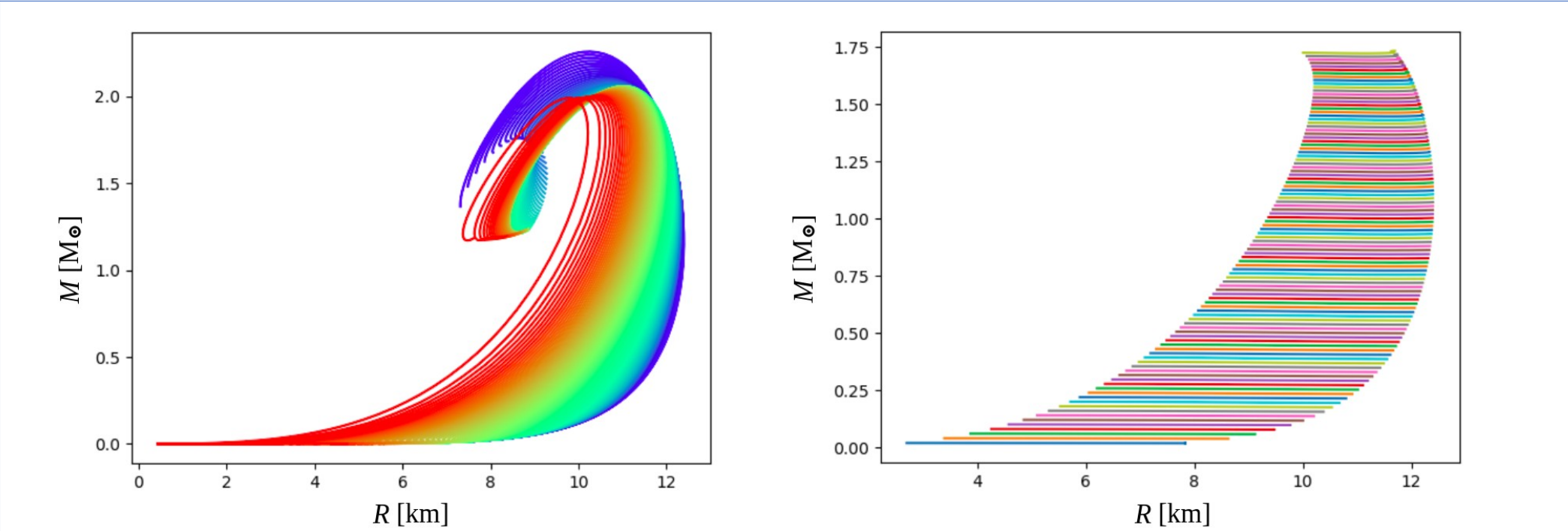
OBJETIVOS

Calcular la estructura de estrellas de neutrones híbridas compuestas en parte por materia de quarks desconfiados y en parte por materia hadrónica, utilizando las ecuaciones de equilibrio hidrostático en Relatividad General. Suponemos a la materia del núcleo dividida en dos fases homogéneas físicamente separadas por una superficie de interfase. En particular, nos concentramos en configuraciones que tengan misma masa bariónica total pero distinta proporción de materia extraña y bariónica. La razón es que, de ocurrir lentamente el avance de una fase sobre la otra, estas familias de configuraciones marcarían el camino evolutivo de una estrella de neutrones.

METODOLOGÍA

Como ecuaciones de estado para la materia bariónica y extraña se utilizaron aproximaciones algebraicas con parámetros ajustados a modelos de partículas en interacción¹. Para la primera se utilizó una ecuación politrópica², y para la segunda el MIT Bag Model³. En ambos casos se consideró a la materia “fría” y en equilibrio beta, condiciones que se alcanzan a unos cien mil años de la formación de una estrella de neutrones⁴. En dichas condiciones las ecuaciones de estado dependen de un único parámetro, por ejemplo, la presión. Se procedió a integrar las ecuaciones de equilibrio hidrostático en Relatividad General⁵ desde una presión central P_c arbitraria considerando inicialmente materia extraña. Luego, a cierta distancia R_s , se consideró que la materia pasa a ser bariónica. Terminado el proceso de integración se obtuvo: masa M , radio R , masa bariónica M_B y fracción de materia extraña f_s . Repetimos el proceso para una grilla de valores de P_c y R_s que luego se utilizaron para interpolar funciones entre las distintas variables.

RESULTADOS y DISCUSIÓN



La figura de la izquierda muestra las curvas R - M para estrellas de neutrones con distintos porcentajes de materia extraña, desde 0% (curva azul) hasta 100% (curva roja). El punto más alto de la curva corresponde a la última configuración estable. En la figura de la derecha se muestran curvas R - M para estrellas de neutrones con la misma masa bariónica. El extremo izquierdo corresponde a 100% de materia extraña y el derecho a 100% de materia bariónica. Dado que la masa bariónica de una estrella se conserva, dichas curvas pueden corresponderse con los caminos evolutivos de estrellas de neutrones que en las que ocurre transición de fase de materia bariónica a materia extraña.

CONCLUSIONES

Mostramos que estrellas de neutrones con la misma masa bariónica pueden presentar configuraciones muy similares en masa pero con radios muy variables dependiendo de la fracción de materia extraña. Este resultado puede permitir identificar el estado evolutivo de la estrella.

REFERENCIAS

