Transición de fase en estrellas híbridas

Alvaro Siesquén Abad José Arbañil Vela

Facultad de Ciencias Físicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos

14 de marzo de 2023



de Haensel Phase transition in dense matter and radial pulsations of neutron stars

Fases de la materia estelar

• Fase hadrónica o nuclear¹

$$\pmb{
ho}=\kappaarepsilon_{\mathsf{N}\mathsf{M}}^{\gamma}$$

• Fase de materia de quark²

$$p = \frac{\varepsilon_{\rm QM} - 4B}{3} \tag{2}$$

¹Los parámetros $k = 1,47518 \times 10^{-3}$ y $\gamma = 5/3$ se extrajeron de Physical Review D **97**, 104045 (2018) ²Se eligió el valor de $B = 60 \, [\text{MeV/fm}^3]$

(1)

La primera ecuación de transición de fase (ETF 1) fue planteada por [Glendenning, 1992]³

$$p(\varepsilon) = \begin{cases} \kappa \varepsilon^{\gamma} & \text{si } p < P_{\text{trans}} \\ \\ \frac{\varepsilon - 4B}{3} & \text{si } p \ge P_{\text{trans}} \end{cases}$$
(3)

Una segunda ecuación (ETF 2), propuesta por [Han, 2019] ⁴

$$\varepsilon(p) = \frac{1}{2} \left[1 - \tanh\left(\frac{p - P_{\text{trans}}}{\delta p}\right) \right] \varepsilon_{\text{NM}}(p) + \frac{1}{2} \left[1 + \tanh\left(\frac{p - P_{\text{trans}}}{\delta p}\right) \right] \varepsilon_{\text{QM}}(p)$$
(4)

⁴Physical Review D **99**, 083014 (2019). Se eligió el valor de $P_{\text{trans}} = 0.6 \, [\text{MeV/fm}^3]$

³Astrophysical Journal **400** (1992)

Comparación gráfica entre ambas funciones



Ecuaciones de estructura estelar

Son dos ecuaciones diferenciales que se derivan de las ecuacioes de campo de Einstein y rigen el interior de una estrella

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}r} = -\frac{(\rho+p)\left(4\pi pr + \frac{m}{r^2}\right)}{1 - \frac{2mG}{r}}$$
(5)
$$\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}r} = 4\pi r^2 \rho$$
(6)

Estas ecuaciones están sujetas a las condiciones físicas

$$m(0) = 0$$

$$\rho(0) = \rho_c$$

$$p(0) = p_c$$

$$m(R) = M$$

$$p(R) = 0$$

Resultados





Figura: Masa de la estrella híbrida como función de su densidad central

- La ecuación de transición de fase suave tiene una mayor implicancia en masas bajas, las cuales son encontradas en densidades bajas.
- La diferencia de los efectos de transición de fase son más notables con valores grandes de δp
- Se prevee realizar un análisis de redshift en las estrellas con transición de fase, así como analizar las estrellas con ecuaciones de estado más duras.