

## Evolución Magneto-Térmica en el Núcleo de Estrellas de Neutrones

Nicolás Moraga<sup>1\*</sup>, F. Castillo<sup>2†</sup>, A. Reisenegger<sup>3</sup>, J. A. Valdivia<sup>1</sup>, M. E. Gusakov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, 7800024, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Instituto de Astrofísica, Facultad de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile, Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Departamento de Física, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago, Chile

<sup>4</sup>Instituto Ioffe, Polytekhnicheskaya 26, 194021 San Petersburgo, Rusia.

\*nicolas.moraga@ug.uchile.cl, †francisco.j@uc.cl

### Resumen

Las estrellas de neutrones son objetos compactos remanentes de estrellas antiguas y masivas que explotaron en una supernova. Estas estrellas presentan condiciones físicas extremas que son irreproducibles en la Tierra, lo que hace su estudio una tarea bastante desafiante. Por ejemplo, se caracterizan por presentar densidades supranucleares con masas del orden de la masa del Sol contenida en un radio de unos diez kilómetros y campos magnéticos gigantes [1]. Algunas de ellas pueden tener campos magnéticos que llegan a ser 1000 millones de veces más intensos que el campo promedio en la superficie del Sol. El campo magnético es sin duda alguna un elemento clave para entender toda la fenomenología observacional de las estrellas de neutrones que vemos desde la Tierra a través de los telescopios. Su estudio ha sido bastante prolífero durante las últimas décadas, pero el problema de su evolución sigue siendo un tema que está lejos de estar resuelto [2][3][4][5][6]. En particular, la posible presencia de estados superfluidos y superconductores en el interior de la estrella hacen el problema bastante complejo de abordar [7]. En esta charla planeamos dar una introducción a la física necesaria para entender la evolución a largo plazo del campo magnético en el núcleo de una estrella de neutrones, mostrando resultados numéricos de nuestras simulaciones magnetohidrodinámicas y discutiendo sus posibles aplicaciones a resultados observacionales. En particular, nos concentraremos en la etapa posterior al nacimiento de la estrella en un régimen de altas temperaturas cuando el núcleo es normal (no superfluido/ superconductor), y también la posibilidad de que la materia en el núcleo sea superfluida/superconductora a temperaturas más bajas.

Agradecimientos: Agradecemos a las fuentes de financiamiento ANID beca doctorado nacional 21210909 (N.A.M), ANID/CONICYT FONDECYT Regular 1201582 (A.R) y 1190703 (J.A.V), y al centro de Astrofísica y Tecnologías (CATA; ANID proyecto Basal FB210003). M.E. G. agradece el apoyo de la Fundación Rusa de Ciencias [No. 22-12-00048].

### Referencias

- [1] Haensel, P., Potekhin, A. Y., & Yakovlev, D. G. (Eds.). (2007). *Neutron Stars I*. New York, NY: Springer New York.
- [2] Goldreich, P., & Reisenegger, A. (1992). Magnetic field decay in isolated neutron stars. *Astrophysical Journal*, 395(1), 250-258.

- [3] Hollerbach, R., & Rüdiger, G. (2002). The influence of Hall drift on the magnetic fields of neutron stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 337(1), 216-224.
- [4] Gusakov, M. E., Kantor, E. M., & Ofengeim, D. D. (2017). Evolution of the magnetic field in neutron stars. *Physical Review D*, 96(10), 103012.
- [5] Ofengeim, D. D., & Gusakov, M. E. (2018). Fast magnetic field evolution in neutron stars: the key role of magnetically induced fluid motions in the core. *Physical Review D*, 98(4), 043007.
- [6] Viganò, D., Garcia-Garcia, A., Pons, J. A., Dehman, C., & Graber, V. (2021). Magneto-thermal evolution of neutron stars with coupled Ohmic, Hall and ambipolar effects via accurate finite-volume simulations. *Computer Physics Communications*, 265, 108001.
- [7] Glampedakis, K., Andersson, N., & Samuelsson, L. (2011). Magnetohydrodynamics of superfluid and superconducting neutron star cores. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 410(2), 805-829.