

Discos de Acreción con Polarización Magnética Alrededor de Agujeros Negros de Kerr

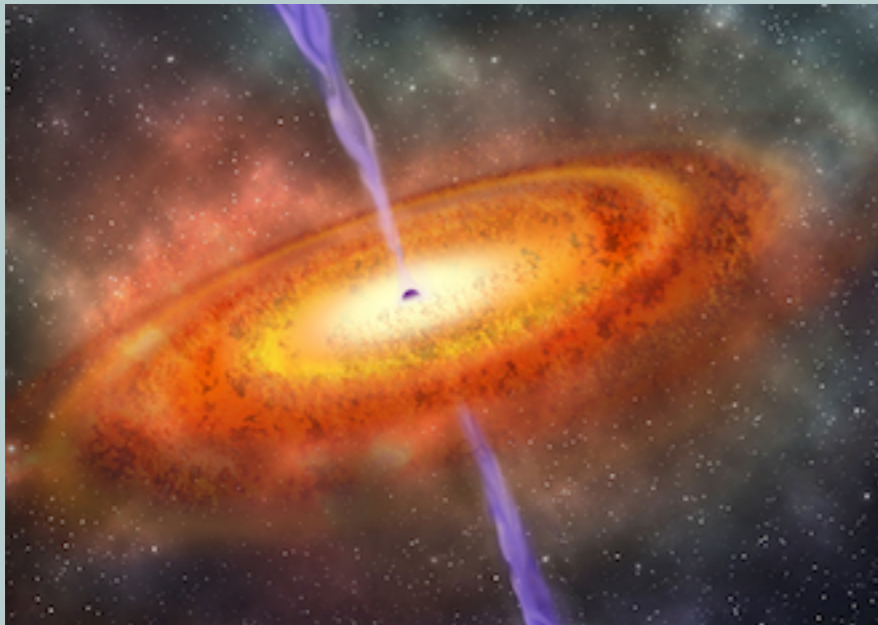
Oscar M. Pimentel

Grupo de Investigación en Relatividad y Gravitación
Universidad Industrial de Santander

Universidad
Industrial de
Santander



Discos de Acreción en agujeros negros

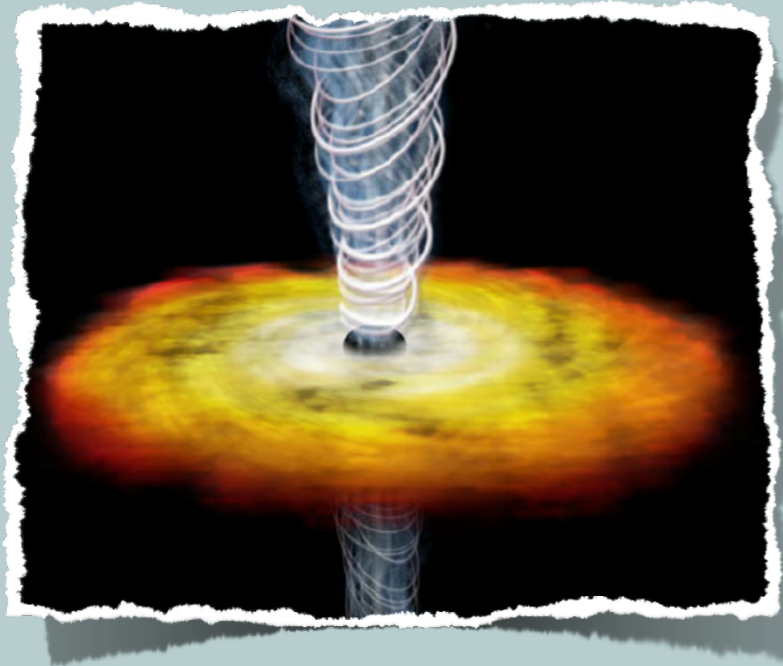


Son estructuras formadas por plasma caliente y de baja densidad que rota alrededor de un agujero negro.

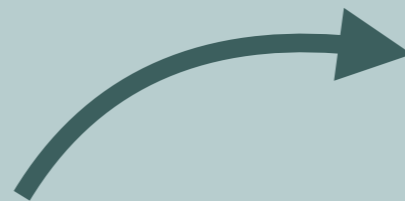
$T \gtrsim 10^5 \text{ K}$ → Mas de 17 veces la temperatura de la superficie del sol

$\rho < 10^2 \text{ g/cm}^3$ → Del mismo orden de la densidad del núcleo del sol

Discos de Acreción en sistemas astrofísicos



La acreción de materia en un agujero negro es el mecanismo más eficiente para la emisión de Núcleos Activos de Galaxias



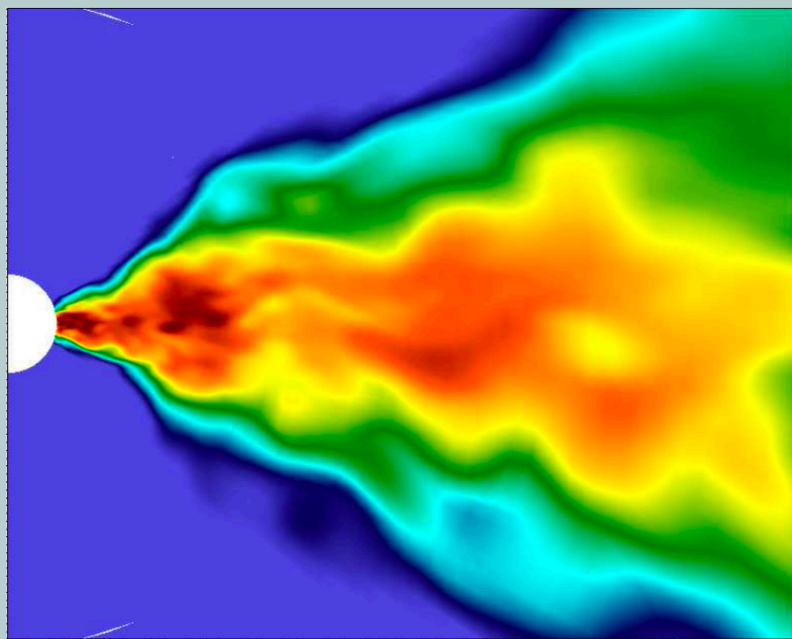
Movimiento del gas cerca al agujero negro para probar la Relatividad General en el régimen de campo fuerte



Agujero negro en el centro de M87 (EHT)

Campos Magnéticos en Discos de Acreción

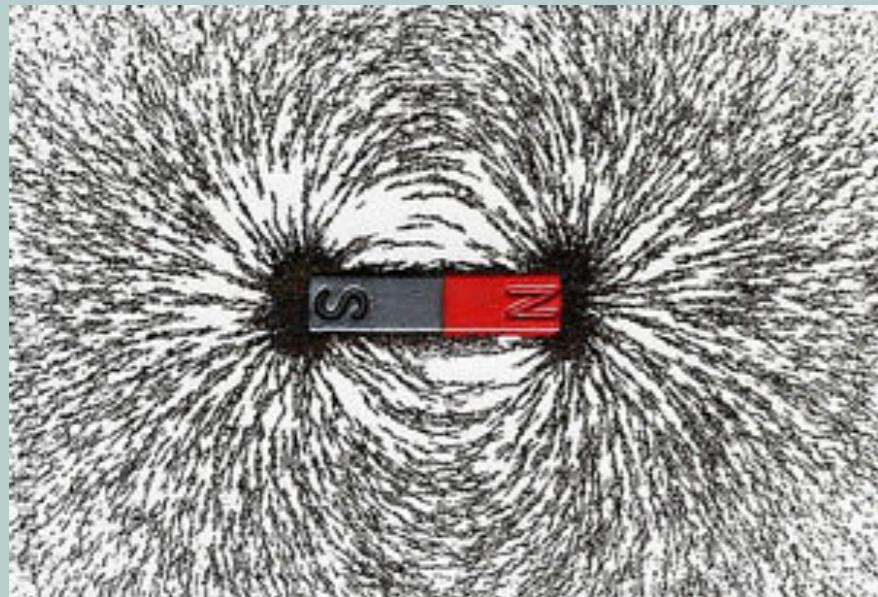
- ✱ Son importantes para impulsar jets¹
- ✱ Los campos magnéticos y la rotación diferencial del disco desencadenan una inestabilidad que termina en turbulencia.²



¹ Blandford R. D., Znajek R. L., 1977, [MNRAS](#), 179, 433

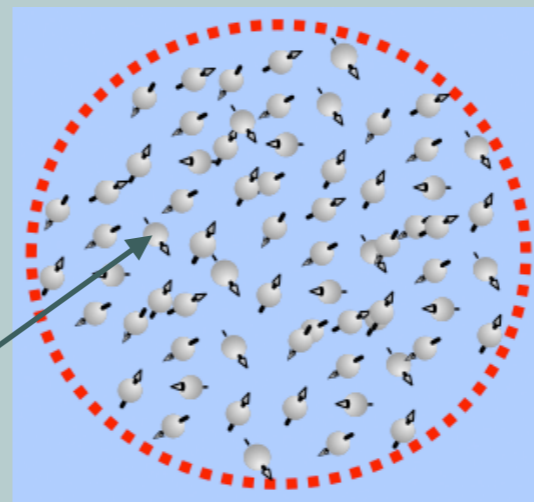
² Balbus S. A., Hawley J. F., 1991, [ApJ](#), 376, 214

Fuentes de Campo Magnético



Ley de ampere:

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \nabla \times \vec{M}$$



\vec{m}_i

$$\frac{\sum_i \vec{m}_i}{V}$$

Algunos materiales tienen una magnetización permanente



Ferromagnetismo

Otros materiales se magnetizan cuando se les aplica un campo magnético



Diamagnetismo y Paramagnetismo

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$$

χ_m

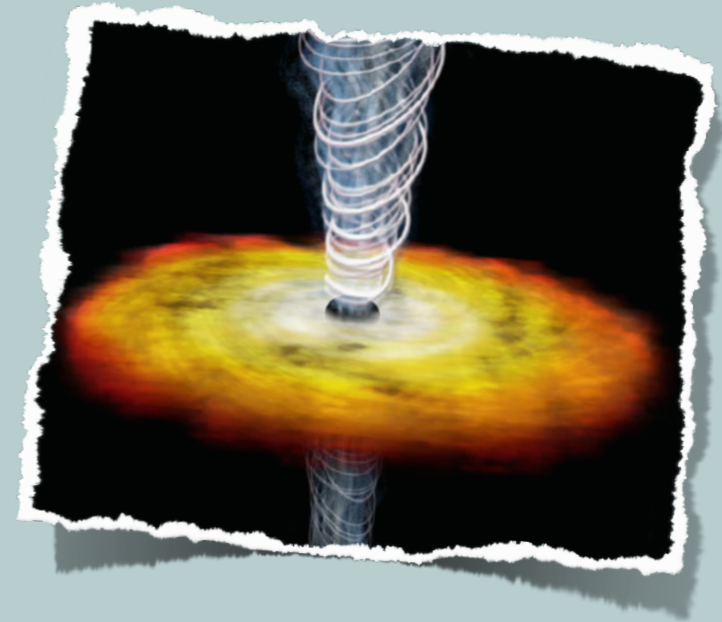


Susceptibilidad Magnética

¿Cómo estudiamos la polarización en discos de acreción?

- Magneto-hidrodinámica Relativista con Polarización Magnética¹

$$\begin{aligned}\nabla_{\mu}(\rho u^{\mu}) &= 0 \\ \nabla_{\mu}(T^{\mu\nu}) &= 0 \\ \nabla_{\mu}(u^{\mu}b^{\nu} - b^{\mu}u^{\nu}) &= 0\end{aligned}$$



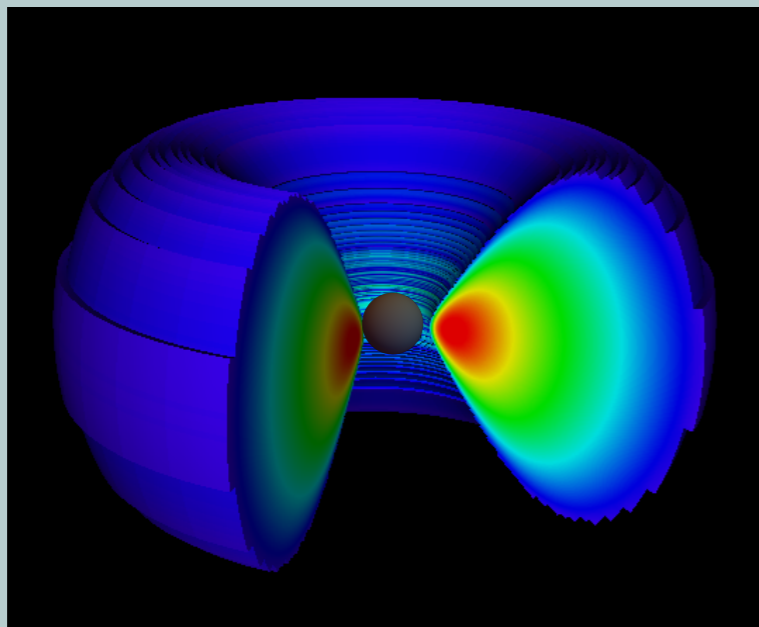
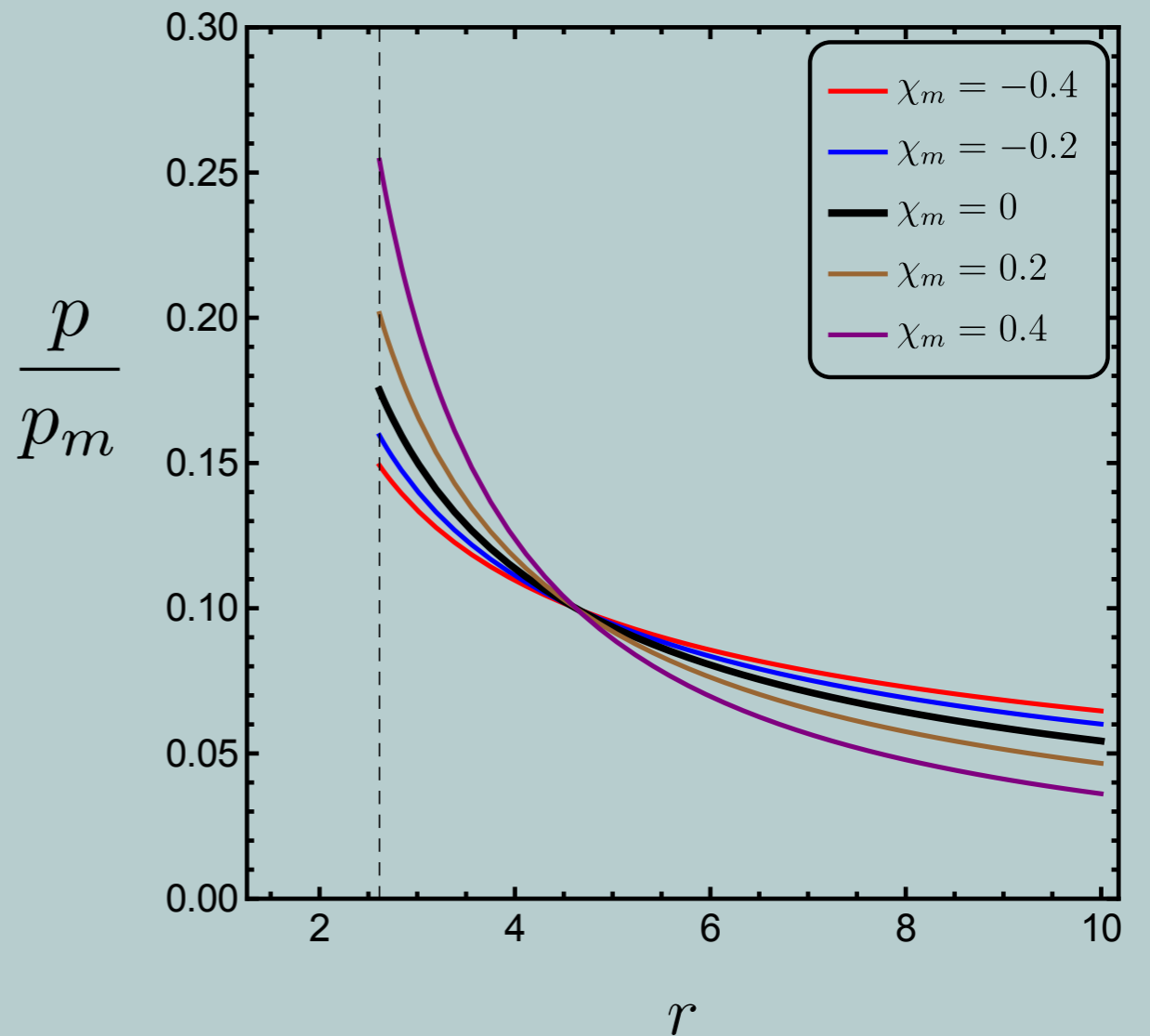
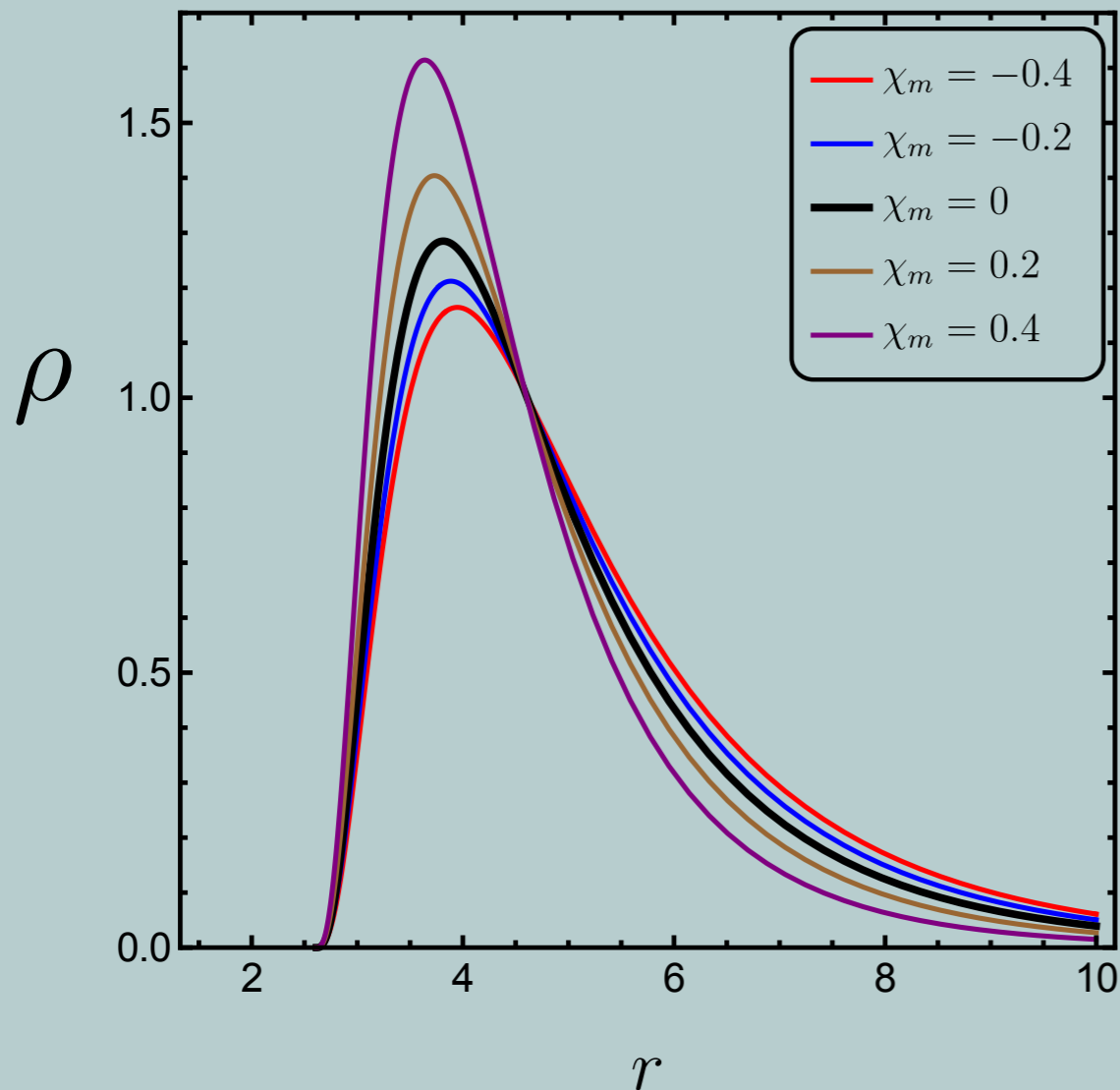
Tensor de momento-energía² [D. Chatterjee, et al., 2015]

$$T^{\mu\nu} = \left[\rho h + \frac{b^2}{1 + \chi_m} \right] u^{\mu} u^{\nu} + \left[p + \frac{1}{2} \left(\frac{1 - \chi_m}{1 + \chi_m} \right) b^2 \right] g^{\mu\nu} - \frac{b^{\mu} b^{\nu}}{1 + \chi_m}.$$

¹ Pimentel O. M., Lora-Clavijo F. D., González G. A., 2018b, [ApJ](#), 861, 115

² Chatterjee D., Elghozi T., Novak J., Oertel M., 2015, [MNRAS](#), 447, 3785

Resultados: Soluciones Estacionarias



Los discos diamagnéticos son menos compactos y más magnetizados cerca al agujero negro que los discos paramagnéticos

Resultados: Proceso de Acreción

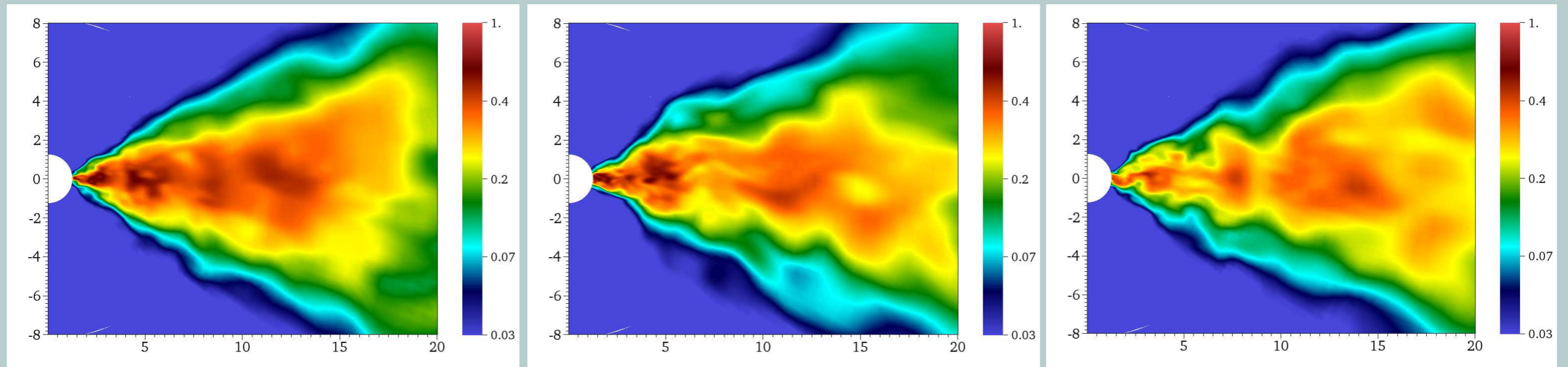
Análisis lineal de la inestabilidad
magneto-rotacional



$$\lambda_{\text{MRI}}^{(\text{parm})} < \lambda_{\text{MRI}}^{(\text{diam})}$$

$$\beta_{\text{sat}}^{(\text{parm})} < \beta_{\text{sat}}^{(\text{diam})}$$

Evolución numérica del disco de acreción



Diamagnético

$\chi_m = 0$

Paramagnético

Los discos paramagnéticos evolucionan a un estado con una mayor magnetización, y con mayores esfuerzos viscosos. En estos discos la acreción de materia es mas eficiente que en los discos diamagnéticos.

Thank
you

