
RESTRICCIONES DE PARÁMETROS PARA ENERGÍA OSCURA DINÁMICA MULTICAMPOS

José Santiago Castaño Leguizamón

Basado en: *Cosmological dynamics of
multifield dark energy, Eskilt et al.*



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia

Cosmología en Colombia 2024

5 de Diciembre, Bogotá

Introducción

➔ **Modelo Λ CDM**

$$H^2(t) = -\frac{8\pi G}{3c^2}\epsilon(t) + \frac{\Lambda}{3}$$

➔ **Tiene algunos problemas.**

- **Aceleración cósmica tardía**
- **Problema de ajuste fino de la constante cosmológica.**
- **Tensión de la constante de Hubble**

➔ **Alternativas como modelos de quintaesencia con un solo campo escalar.**

Modelo

→ **Acción** $\mathcal{L} = -\frac{1}{2}\partial_\mu r \partial^\mu r - \frac{1}{2}f(r)\partial_\mu \theta \partial^\mu \theta - V(r, \theta)$

→ **Potencial**

$$V(r, \theta) = V_0 - \alpha\theta + \frac{1}{2}m^2(r - r_0)^2$$

Xingang Chen
& Ying wang

→ **Métricas**

Ley de Potencias

$$f(r) = r^p$$

Hiperbólica

$$f(r) = e^{\beta r}$$

➔ **Ecuación de Friedmann**

$$3M_{pl}^2 H^2 = \frac{1}{2}(\dot{r}^2 + f\dot{\theta}^2) + V + \rho_m$$

➔ **Ecuaciones de Campo**

$$\ddot{r} + 3H\dot{r} - \frac{1}{2}f_r\dot{r}\dot{\theta} + V_r = 0 \quad \ddot{\theta} + 3H\dot{\theta} + \frac{1}{f}V_\theta + \frac{f_r}{f}\dot{r}\dot{\theta} + \frac{1}{2}\frac{f_\theta}{f}\dot{\theta}^2 = 0$$

➔ **Parámetro de Estado**

$$w_\phi = \frac{\dot{r}^2 + f(r)\dot{\theta}^2 - 2V}{\dot{r}^2 + f(r)\dot{\theta}^2 + 2V}$$

➔ **Parámetro de densidad de energía**

$$\Omega_\phi = \frac{1}{6H^2 M_{Pl}^2} (\dot{r}^2 + f(r)\dot{\theta}^2 + 2V)$$

Condiciones

→ Velocidad de giro

$$\Omega = \frac{1}{\sqrt{f(r)}} \frac{|\dot{r}V_\theta - \dot{\theta}V_r|}{\dot{r}^2 + f(r)\dot{\theta}^2}$$

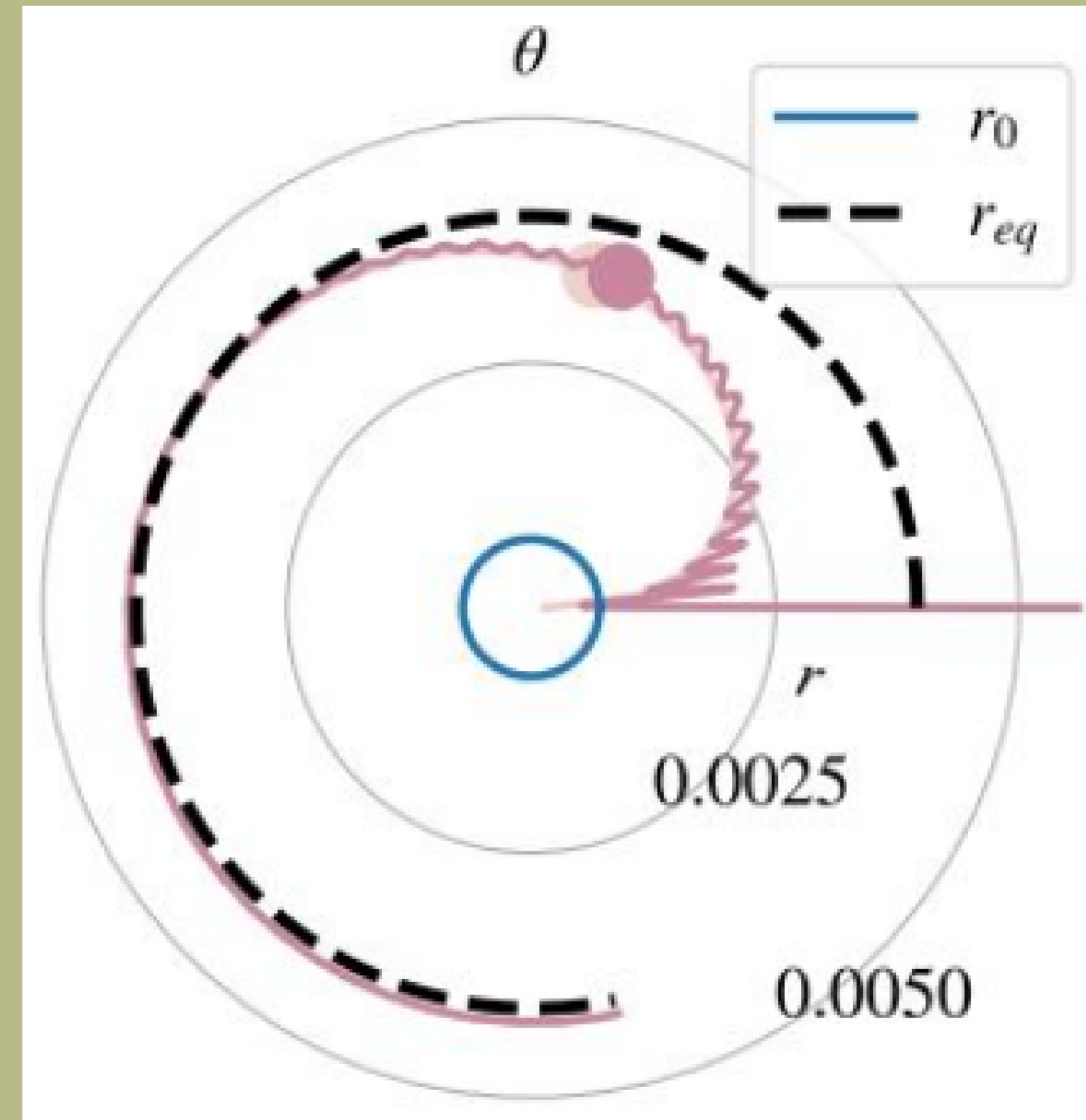
→ Conjetura de De Sitter

$$\frac{|\nabla V|}{V} = \frac{\sqrt{g^{ab}V_aV_b}}{V} \geq \frac{c}{M_{\text{Pl}}}$$

→ Velocidad del sonido

$$c_s^2 = \frac{1}{1 + \frac{4a^2\Omega^2}{M_{\text{eff}}^2}}$$

Akrami, et al. Achucarro, et al.



Ley de potencia $f(r) = r^p$

→ Se utiliza la aproximación $\Omega_\phi \approx 1 \rightarrow r \approx r_{\text{eq}}$
y también $\dot{\theta} \ll V$

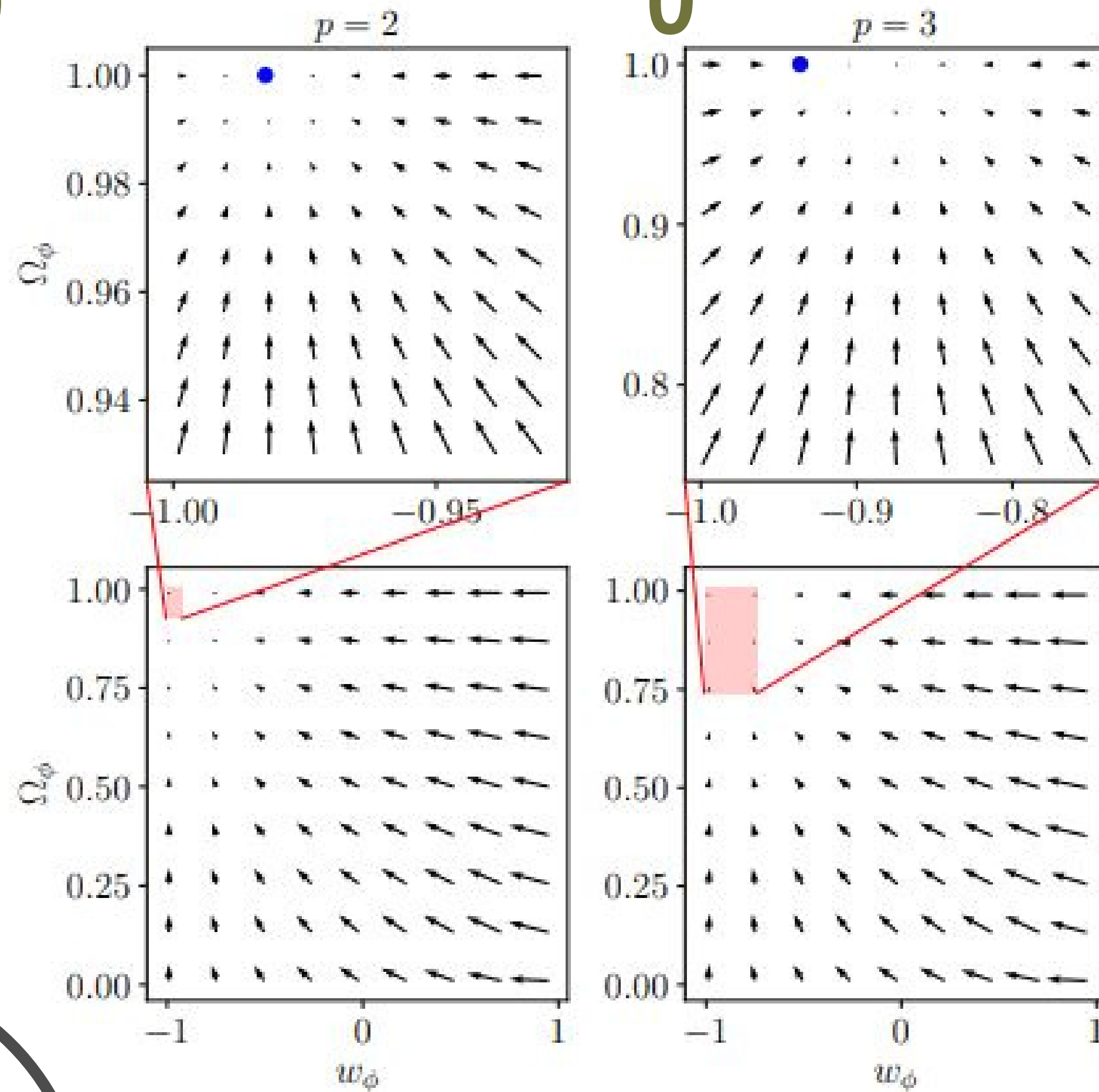
→ Para este caso se tiene una velocidad de giro

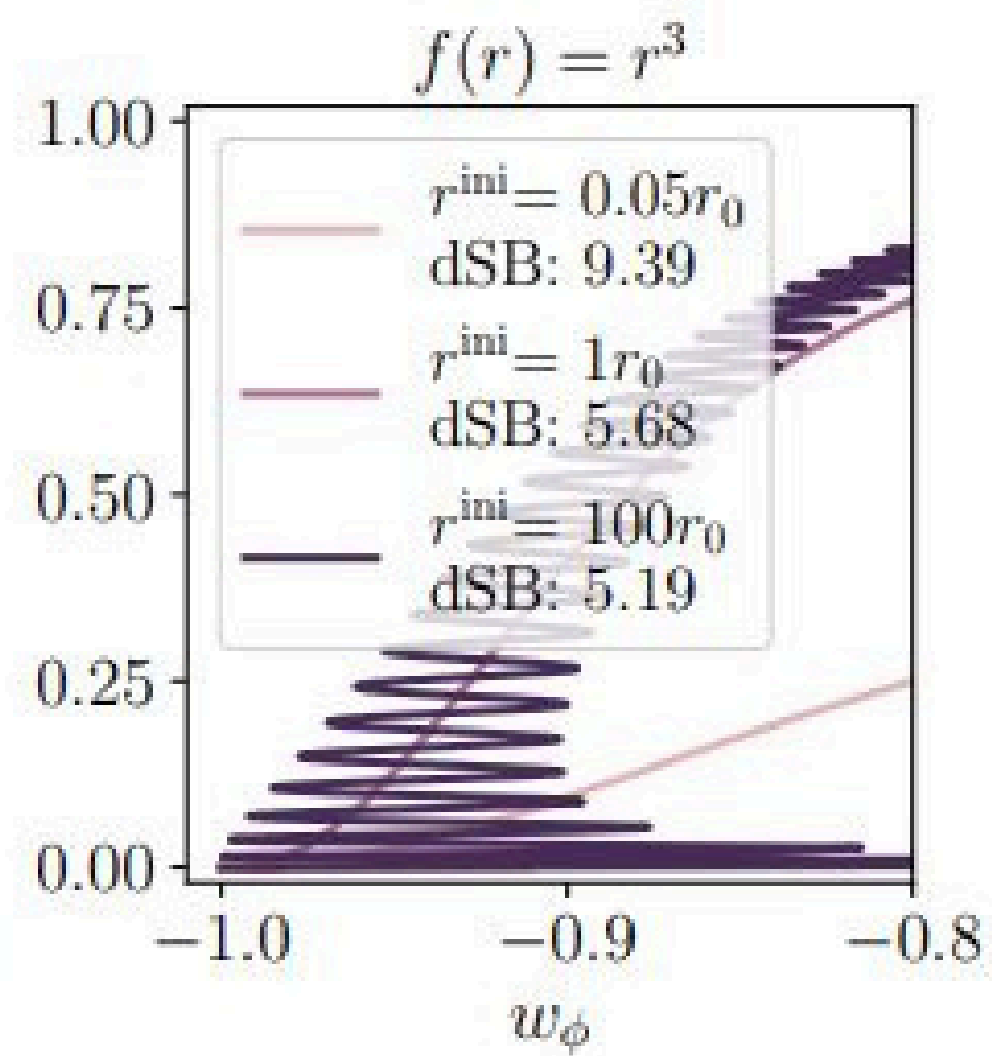
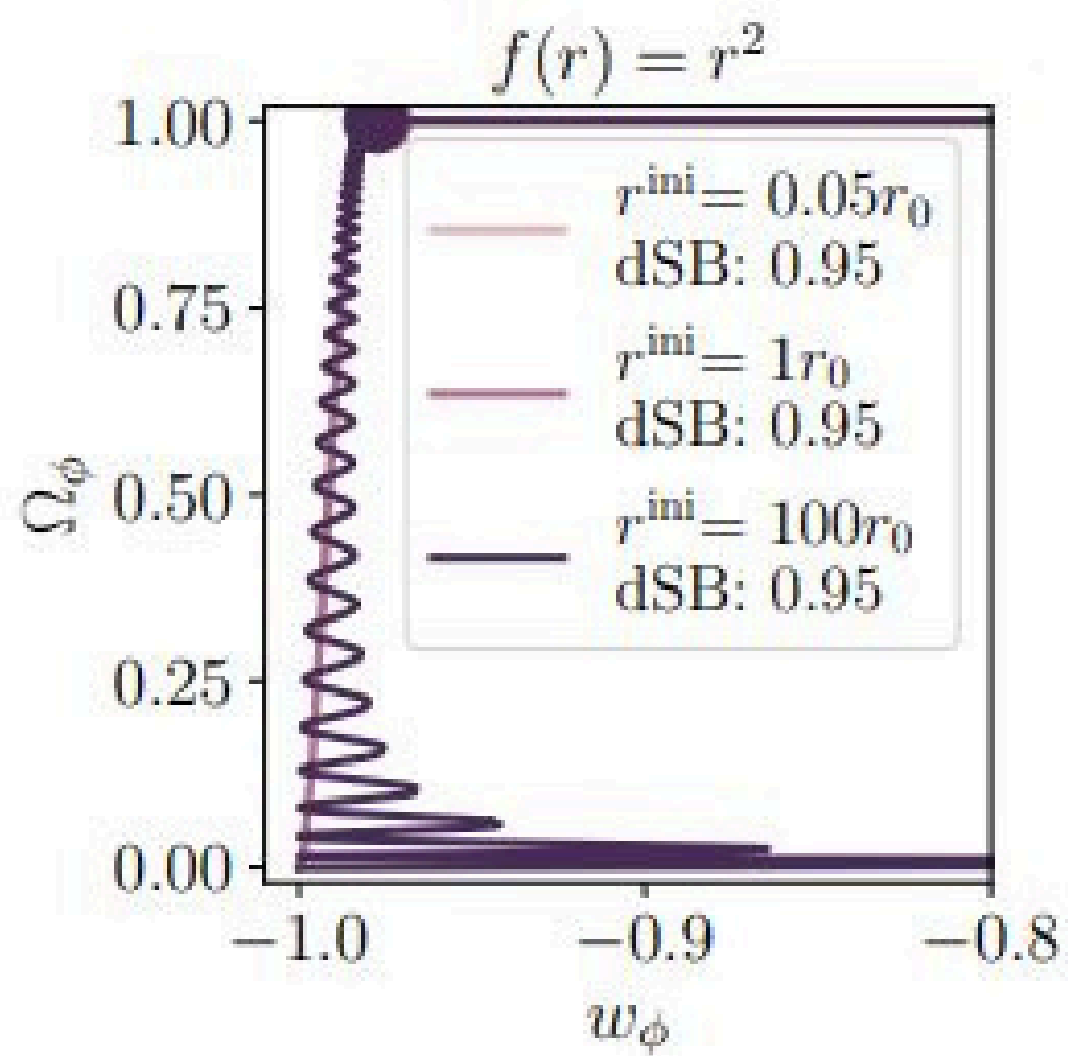
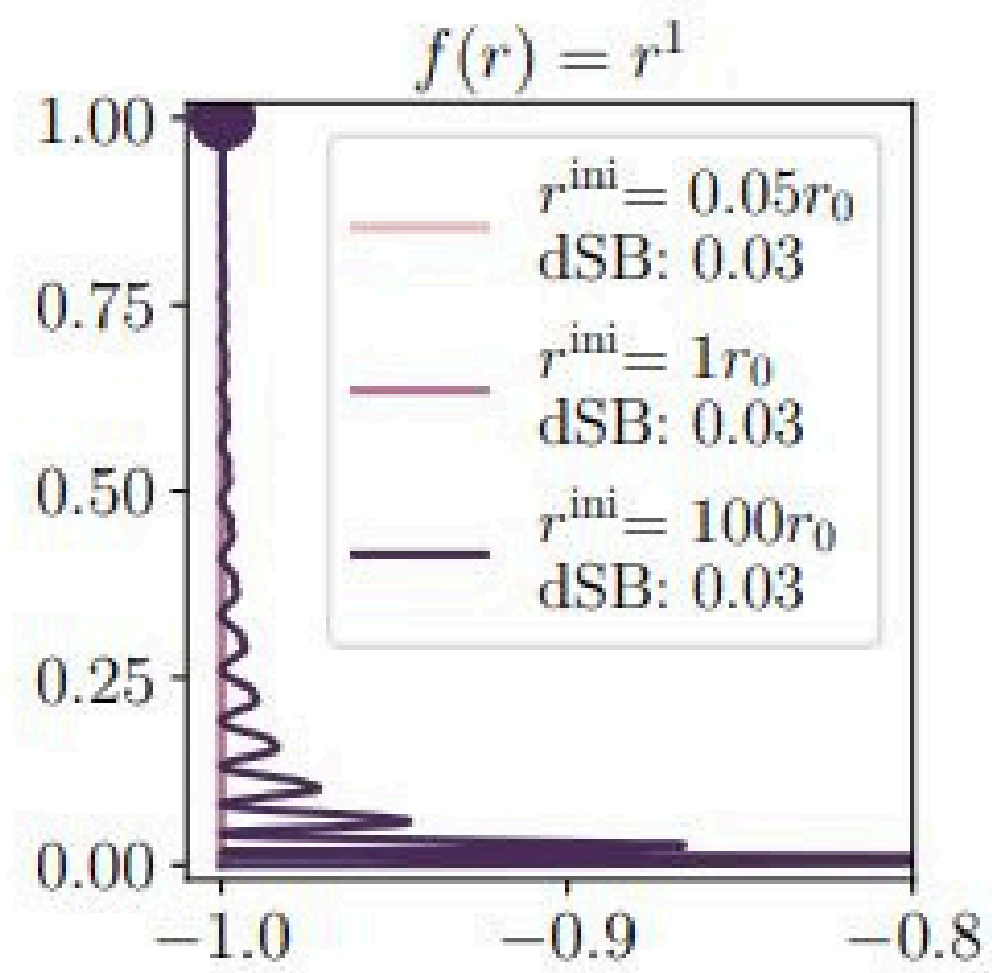
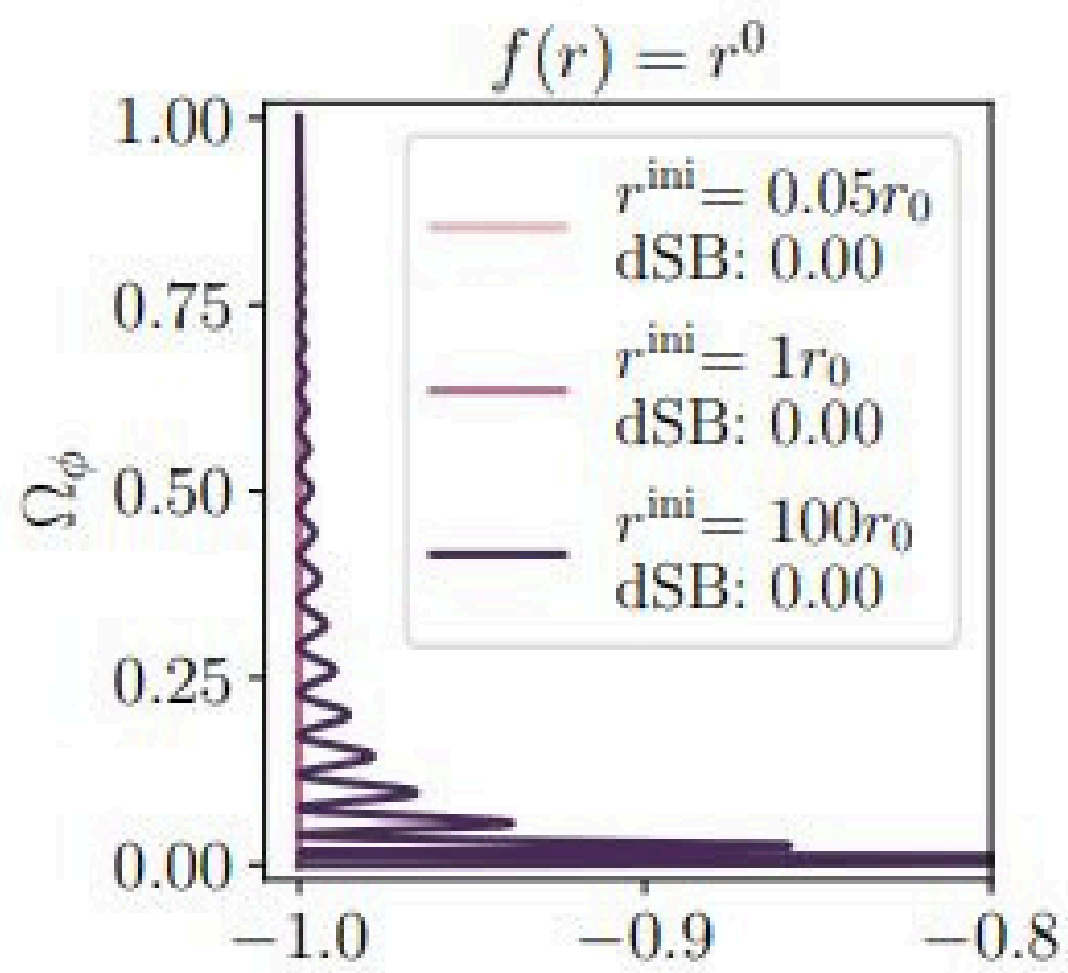
$$\Omega^2 = \frac{f_r(r_{\text{eq}})}{2f(r_{\text{eq}})} V_r(r_{\text{eq}}) = \frac{p}{2r_{\text{eq}}} m^2 (r_{\text{eq}} - r_0)$$

→ Se obtiene una ecuación para r_{eq} y para w_ϕ

$$r_{\text{eq}} \approx \left(\frac{p\alpha^2}{6m^2(V_0 - \alpha\theta)} \right)^{\frac{1}{p+2}} \quad w_\phi \approx -1 + \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{3}(V_0 - \alpha\theta)^{3/2}}{m\alpha}}$$

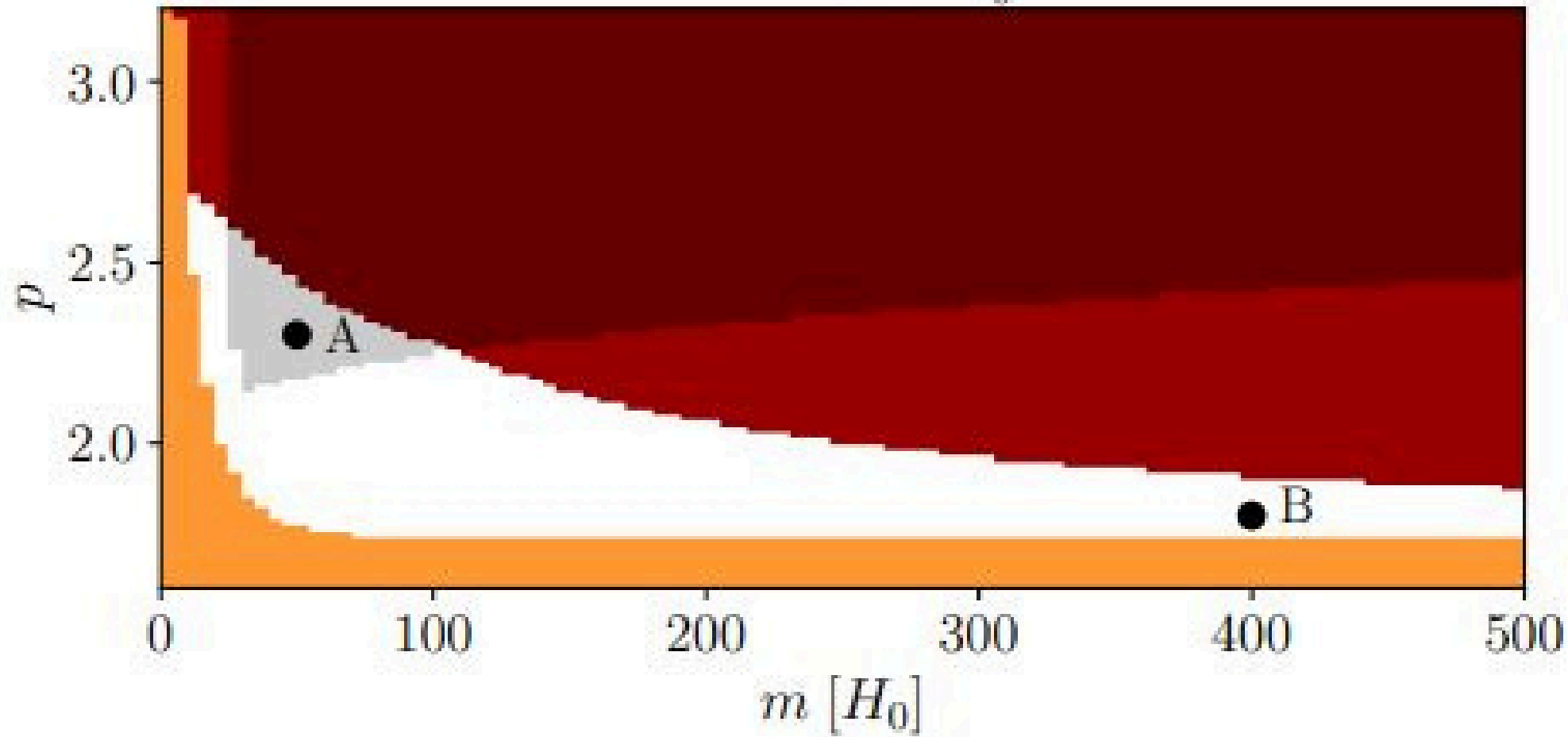
→ Diagrama de fases



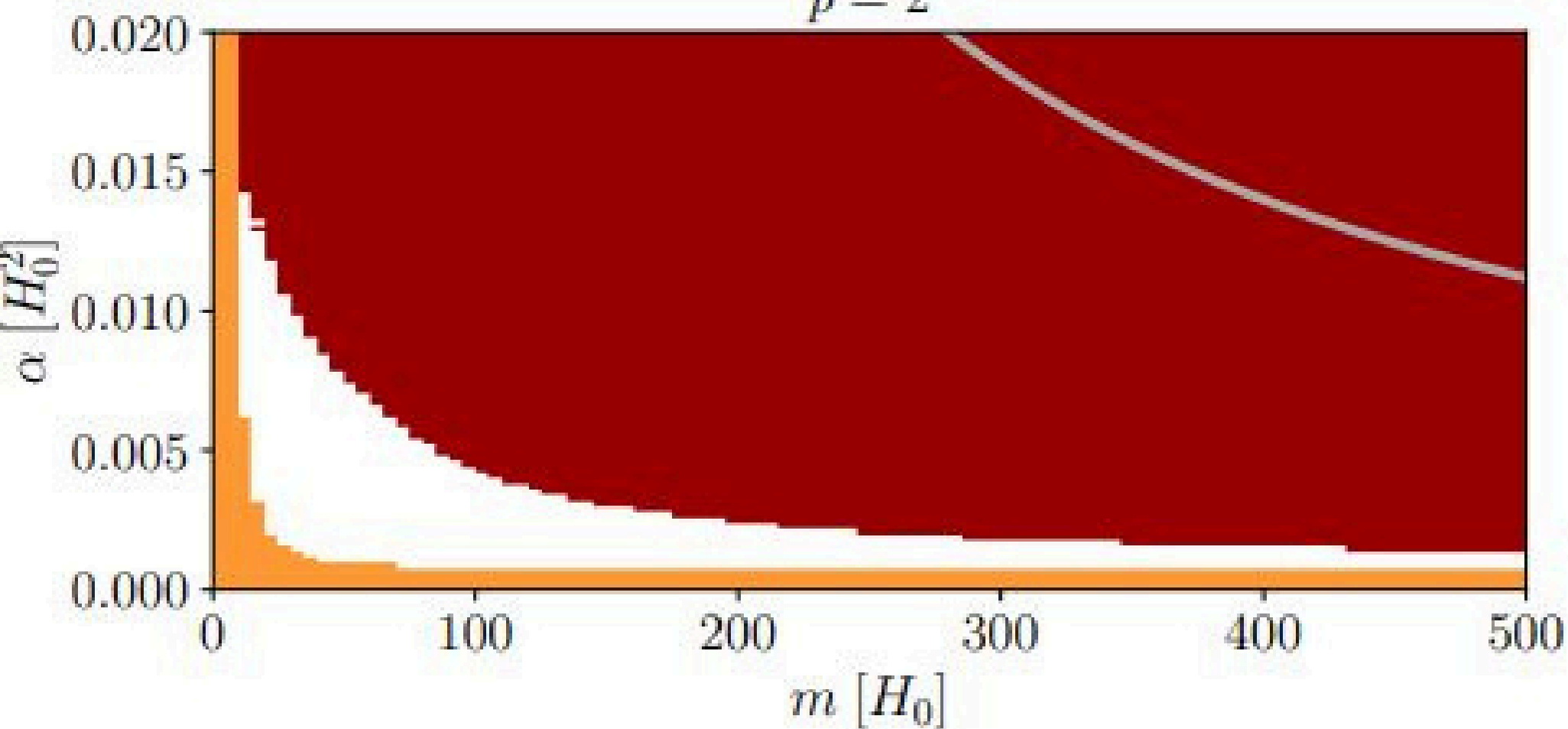


Evolución de
espacio-fase

$$\alpha = 2 \cdot 10^{-3} H_0^2$$



$$p = 2$$



Ecuación de estado

$$\frac{\alpha}{H_0^2} \left(\frac{m}{H_0} \right)^{p/2} \ll 2\sqrt{3} p^{p/4}$$

Conjetura de De Sitter

$$r_0^{-\frac{p}{2}} \frac{\alpha}{V_0} \geq \frac{c}{M_{\text{Pl}}}$$

Velocidad del sonido

$$c_s^2 \approx \frac{2-p}{2+p}$$

Hiperbólica

$$f(r) = e^{\beta r}$$

→ Se utiliza la aproximación $\Omega_\phi \approx 1 \rightarrow r \approx r_{eq}$
y también $\dot{\theta} \ll v$

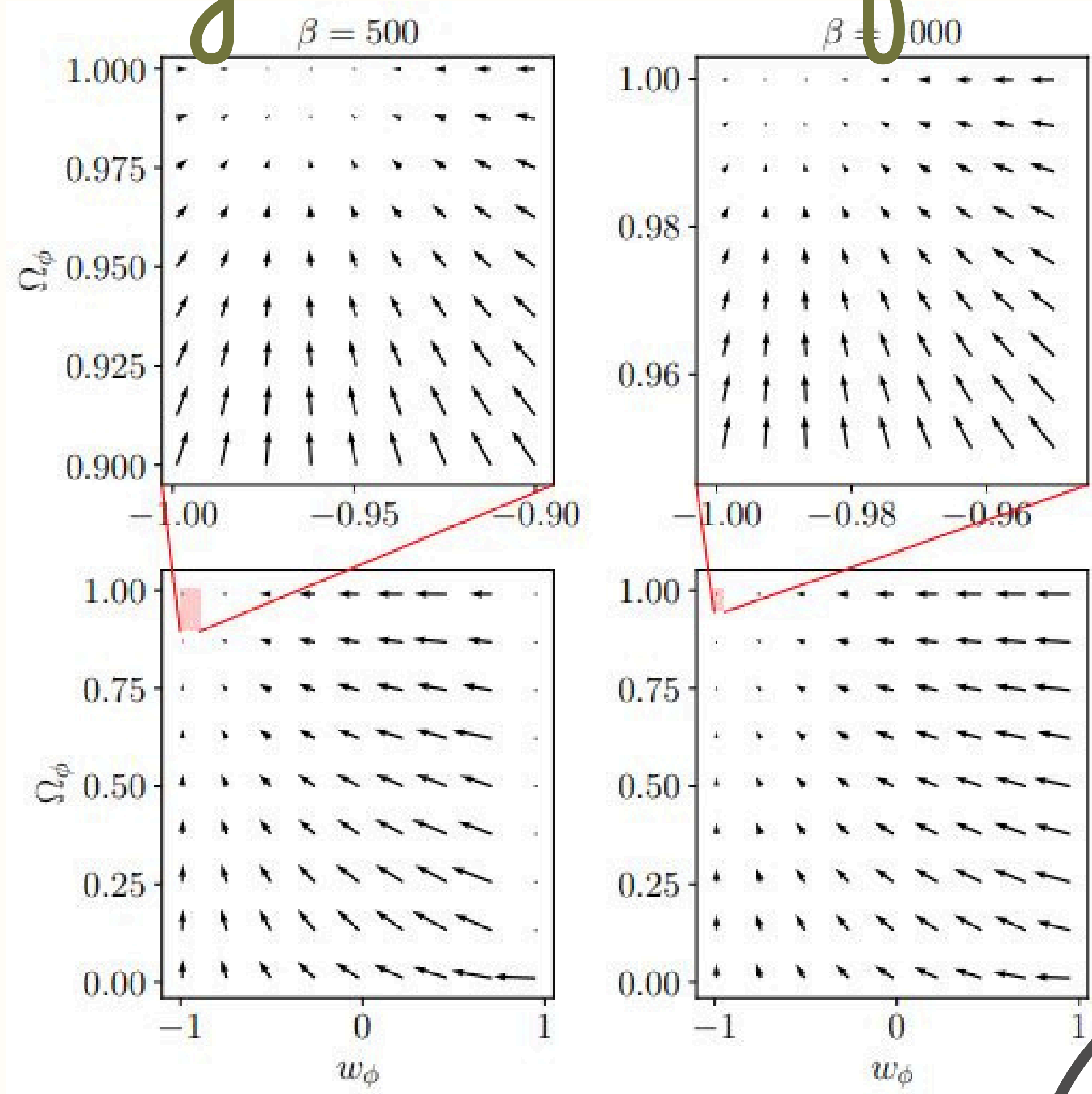
→ Para este caso se tiene una velocidad de giro

$$\Omega^2 = \frac{1}{2} m^2 \beta r_{eq}$$

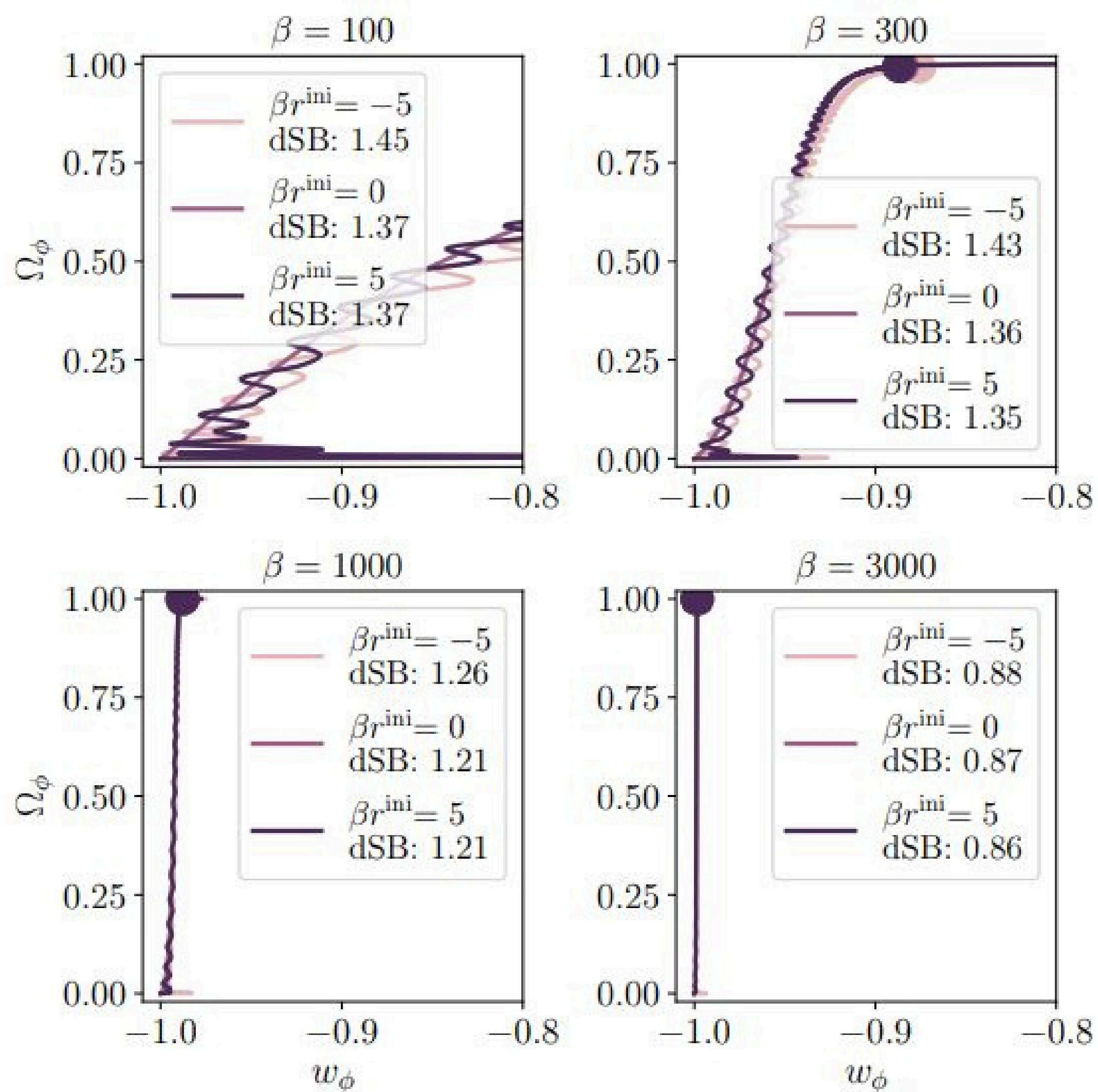
→ Se obtiene una ecuación para w_ϕ

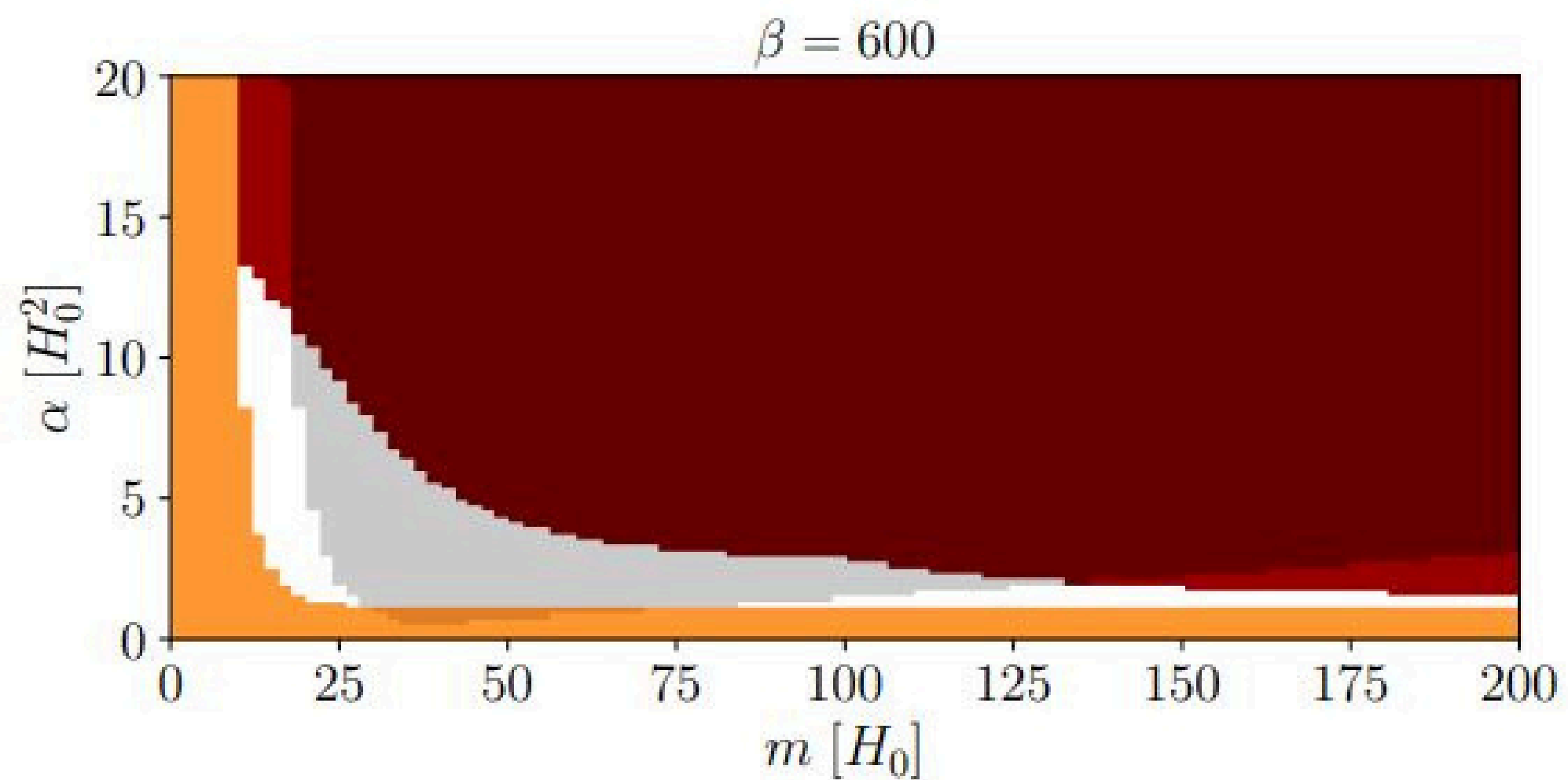
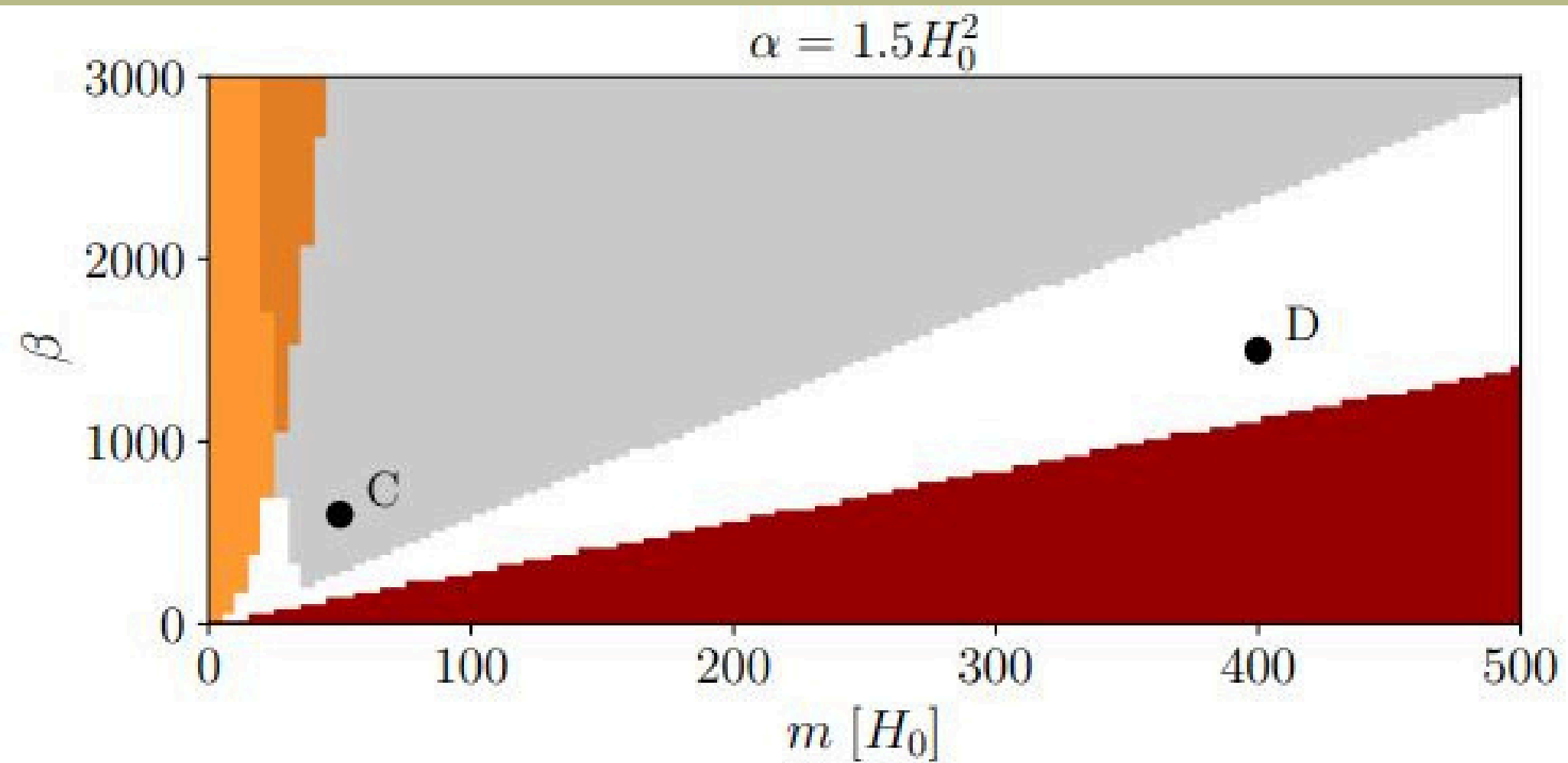
$$w_\phi = -1 + \frac{2}{1 + \frac{\beta}{2} r_{eq} + \frac{\beta(V_0 - \alpha\theta)}{m^2 r_{eq}}}$$

→ Diagrama de fases



Evolución de espacio-fase





Ecuación de estado

$$\left(\frac{m}{H_0}\right)^2 \beta r_{\text{eq}} \gg 1$$

Conjetura de De Sitter

$$\frac{\alpha}{V_0} \geq c$$

Velocidad del sonido

$$c_s^2 = \frac{1 - \beta r_{\text{eq}}}{1 + \beta r_{\text{eq}}}$$

Conclusiones

Los modelos de energía oscura multicampo con trayectorias no geodésicas investigados ofrecen soluciones cosmológicas aceleradas, consistentes con la evolución actual del universo, para las dos métricas. Las restricciones teóricas y observacionales en los parámetros dan una fuerza a este modelo posibilitando la búsqueda de estos parámetros en próximas investigaciones experimentales



Muchas
GRACIAS

