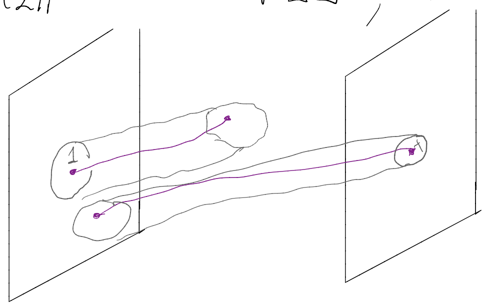
Para $t=2\pi$ $\quad \varphi_{2\pi}(y,x)$

$$\varphi_{2\pi}^{*}\,\Omega = e^{-K_d \int_0^{2\pi} L(e,s)\,ds}\,\Omega$$

$$e^{-K_d \int_0^{2\pi} L(e,s)\,ds} < 1$$

$$\varphi_{2\pi}^{*}\,\Omega = \lambda\,\Omega, \quad \lambda < 1.$$

¡Este sistema tiene atractores!



A. C. M. Correia, J. Laskar

Mercury's capture into the 3/2 spin-orbit resonance as a result of its chaotic dynamics, Nature 429, 848-850 (2004)

Toman funciones promediadas.

$$\bar{T} = \bar{T}(\dot{x}) = -K_d\left[\bar{L}(e)\,\dot{x} - \bar{N}(e)\right]$$

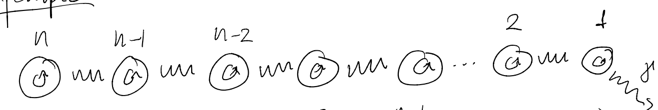
7% probabilidad de captura

eccentricidad de Mercurio 0.2056

llevan la eccentricidad a 0.325

Con integraciones de 4×10^{9} años obtienen 55.4%

Ejemplo



$$H^0(I,\theta) = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} I_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1}\cos(\theta_i - \theta_{i-1})$$

$$\dot{I}_i = -\sin(\theta_i - \theta_{i-1})$$

$$\dot{\theta}_i = I_i$$

$$\dot{I}_1 = -\sin(\theta_1 - \theta_2) - \gamma I_1$$

$$\dot{\theta}_1 = I_1$$

Espacio fase

$\mathbb{R}^n \times \mathbb{T}^n$ $\qquad I = (I_1, \dots, I_n)$

(I, θ) $\qquad \theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$

$$\Omega = \sum_{j=1}^{n} dI_j \wedge d\theta_j \qquad \left(\alpha = \sum_{j=1}^{n} I_i \, d\theta_i \right)$$

Escribimos

$$X = X_H - \gamma I_1 \frac{\partial}{\partial I_1}$$

$$\mathcal{L}_X \Omega = d(i_X \Omega)$$

$$X_H - \boxed{}$$

$$i_X \Omega = dI_1(X)\, d\theta_1 - d\theta_1(X)\, dI_1 + \sum_{j=2}^{n} dI_j(X_H)\, d\theta_j - d\theta_j(X_H)\, dI_j$$

$$= \sum_{j=1}^{n} dI_j(X_H)\, d\theta_j - d\theta_j(X_H)\, dI_j + dI_1\left(-\gamma I_1 \frac{\partial}{\partial I_1}\right) d\theta_1 - d\theta_1\left(-\gamma I \frac{\partial}{\partial I_1}\right) dI_1$$

$$= \Omega(X_H, \cdot) - \gamma\, dI_1 \wedge d\theta_1$$

$$\mathcal{L}_X \Omega = -\gamma\, dI_1 \wedge d\theta_1$$

Por el teorema de Lie

$$\frac{d}{dt} \varphi_t^* \Omega = -\gamma \varphi_t^* \, dI_1 \wedge d\theta_1$$

$$\gamma > 0$$

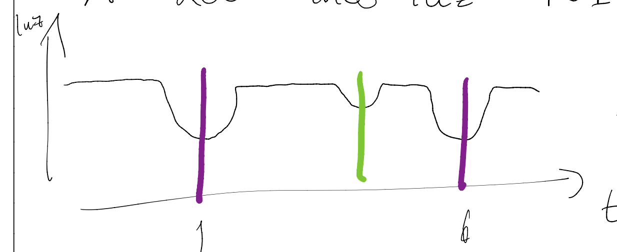
E. Wayne, N. Cuneo, J-P. Eckmann

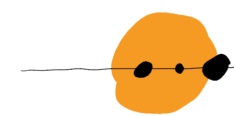
25-enero-2021 (Este año)

CHEOPS encuentra un sistema planetaro único en una cadena de resonancias de Laplace.

P. Robutel, J. Laskar, Leleu

A 200 años-luz TOI-178





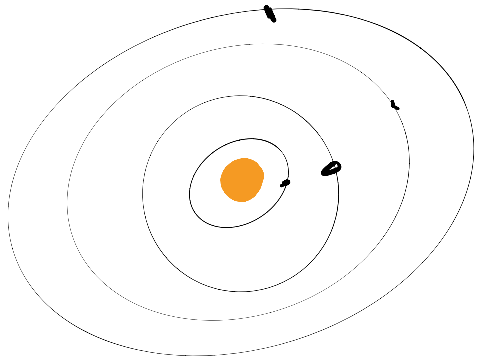
Observaciones de TESS por 27 días

Están en resonancia

$2:4:6:9:12$

Encontraron 6 planetas

$$\mathcal{L}_{X_H}\Omega = 0$$



Teoría de nubosidad en forma de disco. (Nube-diquiforme)

- Favorece a las órbitas resonantes.

El modelo X

$$\mathcal{L}_X \Omega = -\eta(t)\Omega$$

$$\eta > 0$$

$$\eta(t) \sim \mathcal{O}(t^{-k})$$

Wheeler - Feynman

Retardos dependientes del estado.