Variaciones orbitales en la región Trans-Neptuniana

Tabaré Gallardo

www.fisica.edu.uy/~gallardo

Departamento de Astronomía IFFC (UdelaR)

Reunión Anual SUA, 6 octubre 2012



Dispersión orbital en la Región TN





Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Icarus

journal homepage: www.elsevier.com/locate/icarus

Image: A matrix and a matrix

Survey of Kozai dynamics beyond Neptune

Tabaré Gallardo*, Gastón Hugo, Pablo Pais

Departamento de Astronomía, Instituto de Física, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay



Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Dinámica de Kozai

(órbitas planetarias circulares y coplanares)

$$a = constante$$

 $H = \sqrt{1 - e^2} \cos i = constante$
 $K(a, H, \omega, q) = constante$



ъ.

< □ > < / →







Dinámica de Kozai
TNOs ResonantesMapas de Kozai
Nuevo punto de equilibrio
Modelo Sol + anillos
ErisK = constante





◆□ > ◆□ > ◆三 > ◆三 > 三日 のへで



(AU) 05 (AU)

0

30

60



90

ω

120

150



-H

11.5

◆□ > ◆□ > ◆三 > ◆三 > 三日 のへで

180

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Nuevo punto de equilibrio en $\omega = 90^{\circ}$



1.2

-

A D > <
A P >
A

-

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Metamorfosis de los puntos de equilibrio



Tabaré Gallardo

CIENCIAS

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibric Modelo Sol + anillos Eris

Modelo analítico: Sol + anillos

- Sustituímos Sol + planetas potencial de esfera + anillos
- Tenemos un modelo analítico que depende de *C* (momento de inercia en la dirección *z*)



Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Mapas de Kozai para nuestro modelo analítico





문 문

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Ecuación para ω

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{3Ck}{16a^{7/2}(1-e^2)^2}(3+5\cos 2i) + \dots$$
$$i \sim 63.4^\circ \longrightarrow \frac{d\omega}{dt} = 0$$



▲□▶ ▲圖▶ ▲ 国▶ ▲ 国

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Puntos de equilibrio



H=0.2, a=500 AU



Tabaré Gallardo Va





Tabaré Gallardo Variaciones orbitales FACULTAD DE CIENCIAS



136199 Eris



CIENCIAS

Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Eris por 200 MA:

http://youtu.be/CA1XPj_DklY



Mapas de Kozai Nuevo punto de equilibrio Modelo Sol + anillos Eris

Algunas conclusiones

- Para los objetos ubicados más allá de Neptuno el SS es dinámicamente \sim Sol achatado
- Existe una familia de puntos (en $i \sim 63^{\circ}$) con $\dot{\omega} = 0$ que generan grandes oscilaciones en q
- No se han descubierto aún objetos reales en esa configuración
- Existe una familia de puntos (en $i \sim 46^{\circ}$) con $\dot{\varpi} = 0$
- Eris es el único objeto conocido en esa configuración



TNOs Resonantes



∃ → < ∃</p>





◆□▶ ◆□▶ ◆三▶ ◆三▶ 三回日 のへで





◆□▶ ◆□▶ ◆三▶ ◆三▶ 三回日 のへで





Más conclusiones

- Las resonancias generan grandes cambios en q
- Las resonancias tipo 1:N generan curvas de nivel asimétricas
- Se requiere una inclinación inicial mínima *i_m* para generar grandes cambios en *q*
- i_m crece con a
- Si *i* > *i_m* se generan grandes cambios en *q* mediante el mecanismo de Kozai



TNOs Resonantes

Inclinaciones altas





三日 のへの

Tabaré Gallardo

Variaciones orbitales

¡Muchas Gracias!



∃ → < ∃</p>