

Mechanika rodin planetek s aplikací na rodinu Eunomia

Adam Křivka
doc. Mgr. Miroslav Brož, Ph. D.

Cyrilometodějské gymnázium a střední odborná škola pedagogická Brno,
Lerchova 63, 602 00 Brno

23. března 2019



Úvod

Nebeska mechanika

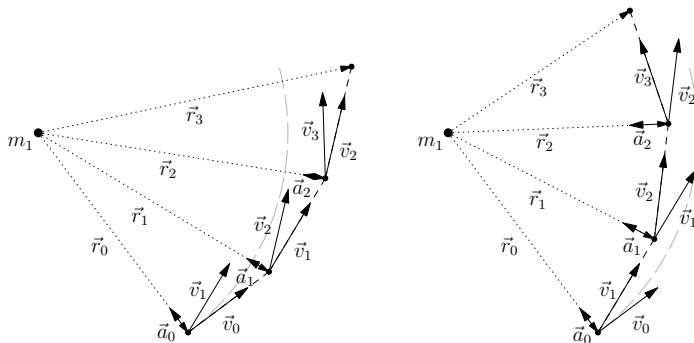
Planetky ve sluneční soustavě

Vlastnosti rodiny Eunomia

Závěr

Nebeská mechanika

Problém N těles



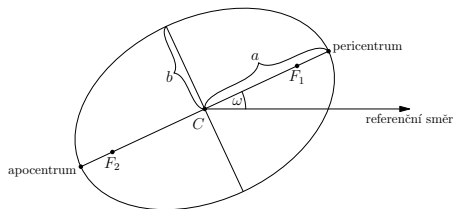
Obrázek: Ilustrace dopředné (vlevo) a zpětné (vpravo) Eulerovy metody pro výpočet problému dvou těles.

$$m_i \vec{a}_i = - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \frac{G m_i m_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^3} (\vec{r}_i - \vec{r}_j), \quad \text{pro } i \in \{1, 2, \dots, N\}$$

Nebeská mechanika

Elementy dráhy

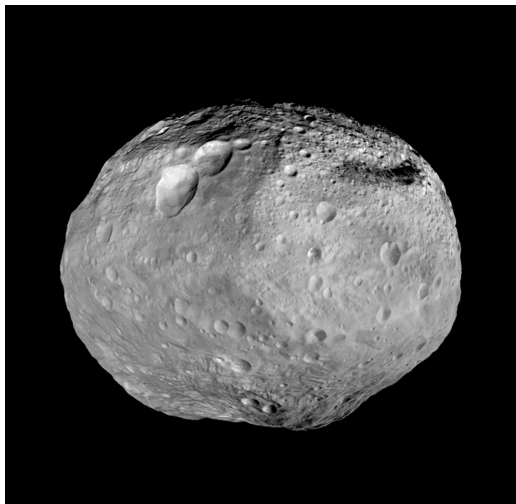
- ▶ Velká poloosa a [AU]
- ▶ Excentricita e
- ▶ Sklon i [°]
- ▶ Argument pericentra ω [°]
- ▶ Délka vzestupného uzlu Ω [°]
- ▶ Střední anomálie M [°]



$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

Planetky ve sluneční soustavě

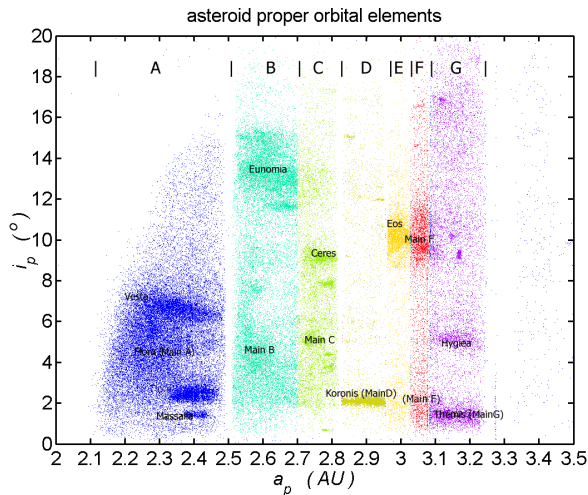
Tvar a vznik



Obrázek: Planetka (4) Vesta. Fotografie byla pořízena americkou sondou *Dawn*. Převzato z [1].

Planetky ve sluneční soustavě

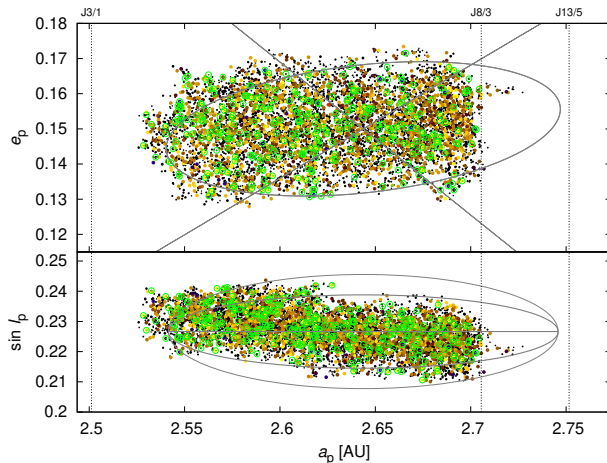
Rodiny planetek



Obrázek: Planetky hlavního pásu podle vlastních elementů dráhy — vlastní velké poloosy a_p a vlastní sklonu i_p . Převzato z [2].

Vlastnosti rodiny Eunomia

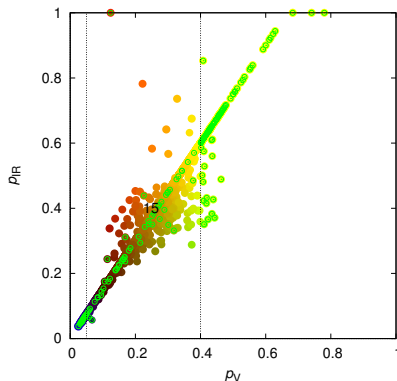
Identifikace a rozdělení



Obrázek: Pozorovaná rodina Eunomia v rovině vlastní hlavní poloosy a_p a vlastní excentricity e_p , identifikovaná *hierarchickou shlukovací metodou*. Barevná škála odpovídá albedu p_V a p_{IR} z katalogu WISE.

Vlastnosti rodiny Eunomia

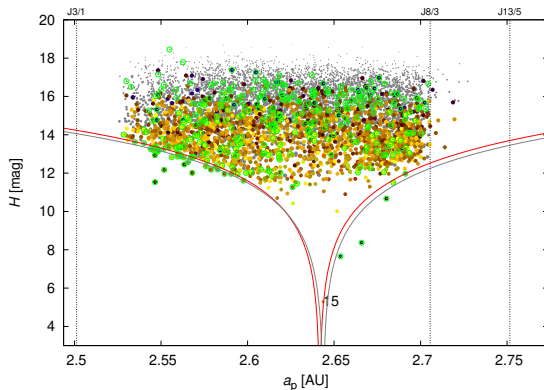
Barevné charakteristiky



Obrázek: Albeda p_V a p_{IR} z katalogu WISE. Pro vyřazení přímísených byly zvoleny hraniční hodnoty $0,05 \leq p_V \leq 0,4$.

Vlastnosti rodiny Eunomia

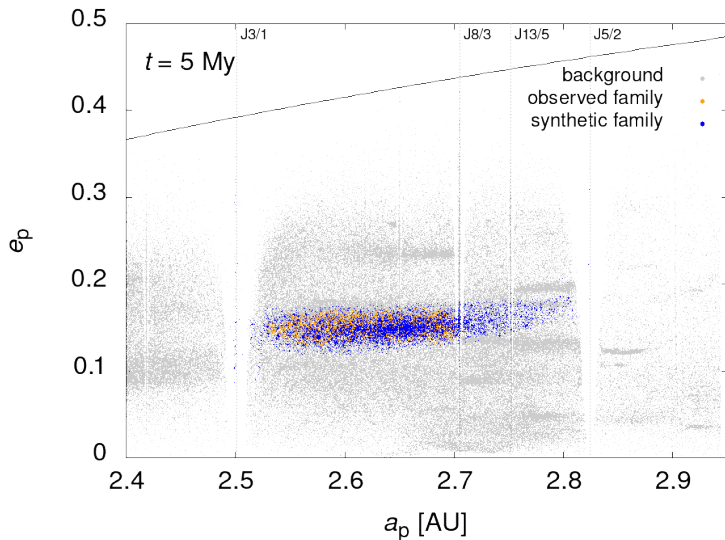
Jarkovského a YORP jev



Obrázek: Rozdělení pozorované rodiny *Eunomia* v rovině vlastní hlavní poloosy a_p a absolutní hvězdné velikosti H . Lze pozorovat typický tvar „V“, který je způsobem počátečním rychlostním polem a Jarkovského jevem.

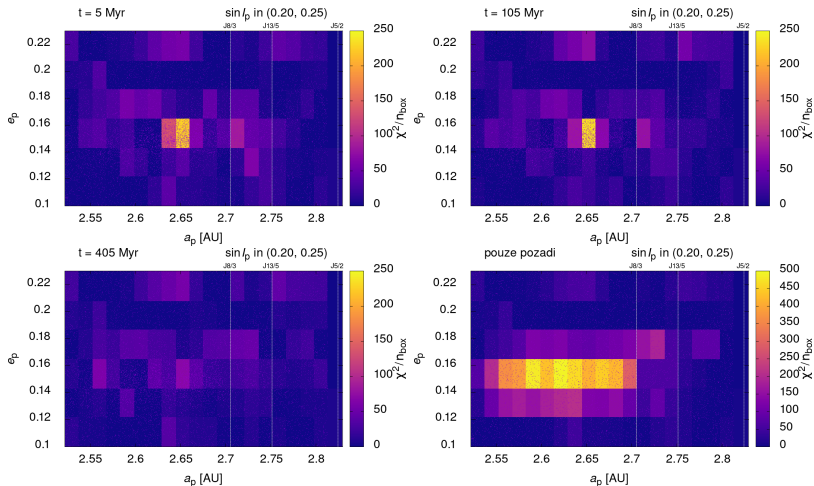
Vlastnosti rodiny Eunomia

Výsledky simulace



Vlastnosti rodiny Eunomia

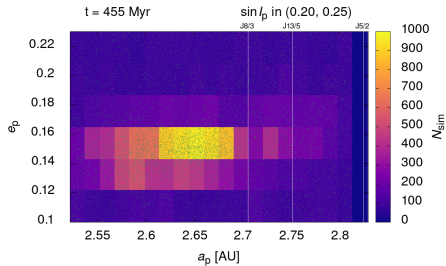
Analýza chí kvadrátu



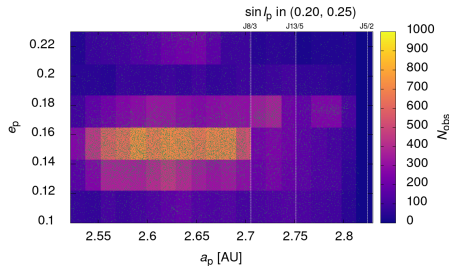
Vlastnosti rodiny Eunomia

Porovnání simulované a pozorované rodiny

Simulovaná:

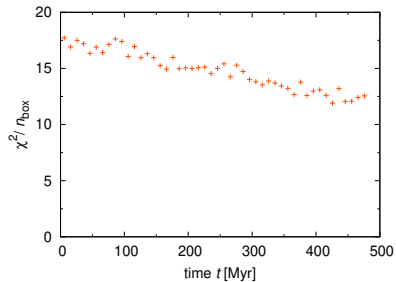


Pozorovaná:



Vlastnosti rodiny Eunomia

Vývoj chí kvadrátu



Závěr

Reference a doporučená literatura



NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA. *Full View of Vesta*. 2012. URL: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA15678>.



Wikimedia Commons. *File:AsteroidIncAu.png* — *Wikimedia Commons, the free media repository*. [Online; navštíveno 25. 12. 2018]. 2017. URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:AsteroidIncAu.png&oldid=247505564>.



Brož M. a M. Šolc. *Fyzika sluneční soustavy*. ISBN: 9788073782368. Matfyzpress, 2013.



C. D. Murray a S. F. Dermott. *Solar System Dynamics*. Cambridge University Press, 2000. DOI: 10.1017/CB09781139174817.



M. Brož. "Yarkovsky effect and the dynamics of the Solar System". Dostupné z: <http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/mira/mp/phdth/>. Dis. Praha: Astronomický ústav Univerzity Karlovy, 2006.

Děkuji za pozornost.