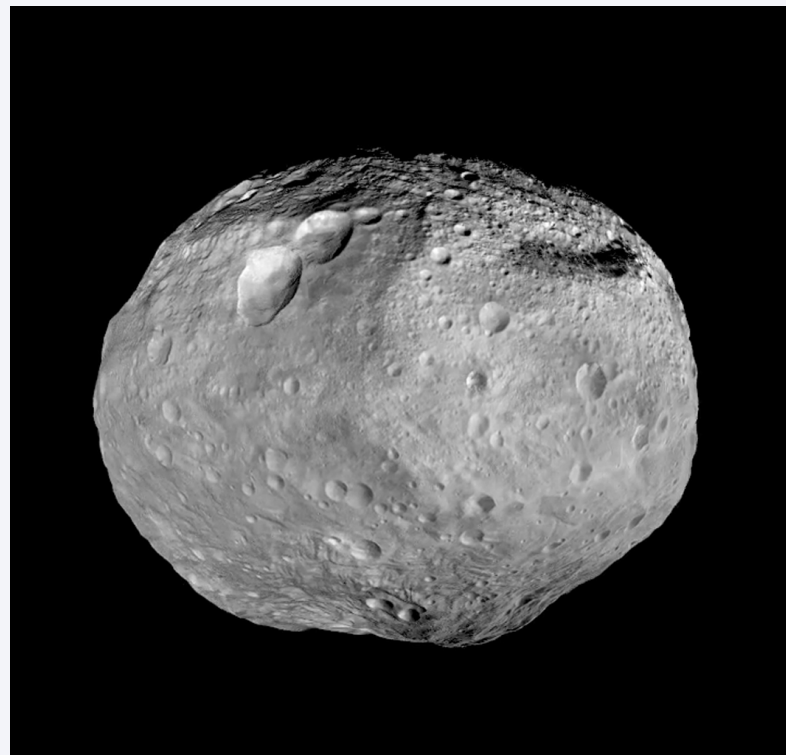


Úvod

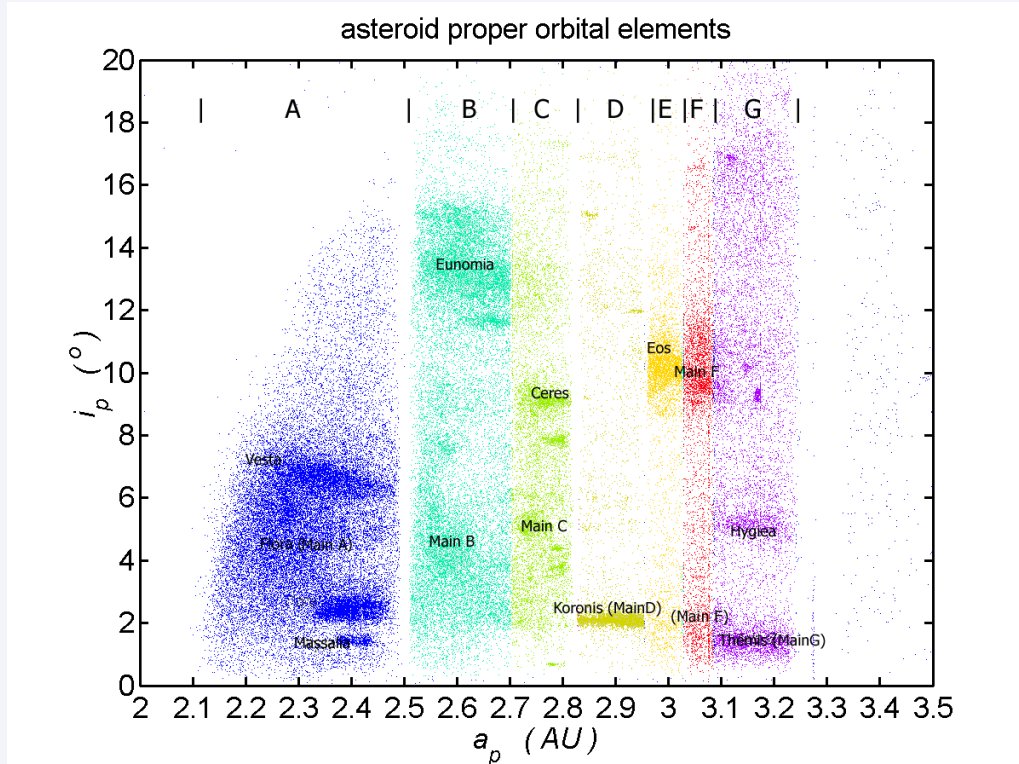
Planetky jsou nejpočetnější a svým způsobem nejzajímavější skupinou těles ve **sluneční soustavě**. První planetka byla objevena v roce 1801, v dnešní době je již známo přes půl milionu planetek.

V **hlavním pásu planetek** mezi *Marsem* a *Jupiterem* tvoří planetky **rodiny** — skupiny vzniklé **rozpadem** stejného mateřského tělesa, způsobeným srážkou s jiným tělesem. V naší práci se soustředíme na početnou rodinu *Eunomia*, nacházející se ve středním hlavním pásu.

Studiem kolizních rodin můžeme zjistit mnoho informací o vzniku sluneční soustavy a její **dynamické struktuře** [1], např. můžeme podpořit teorii o **Velkém pozdním bombardování** (angl. *Late Heavy Bombardment*) [2].



(a) Planetka (4) Vesta — druhé největší a nehmotnější těleso hlavního pásu planetek.



(b) Hlavní pás planetek v prostoru **vlastních elementů** — vlastní hlavní poloosy a_p vlastní sklon i_p .

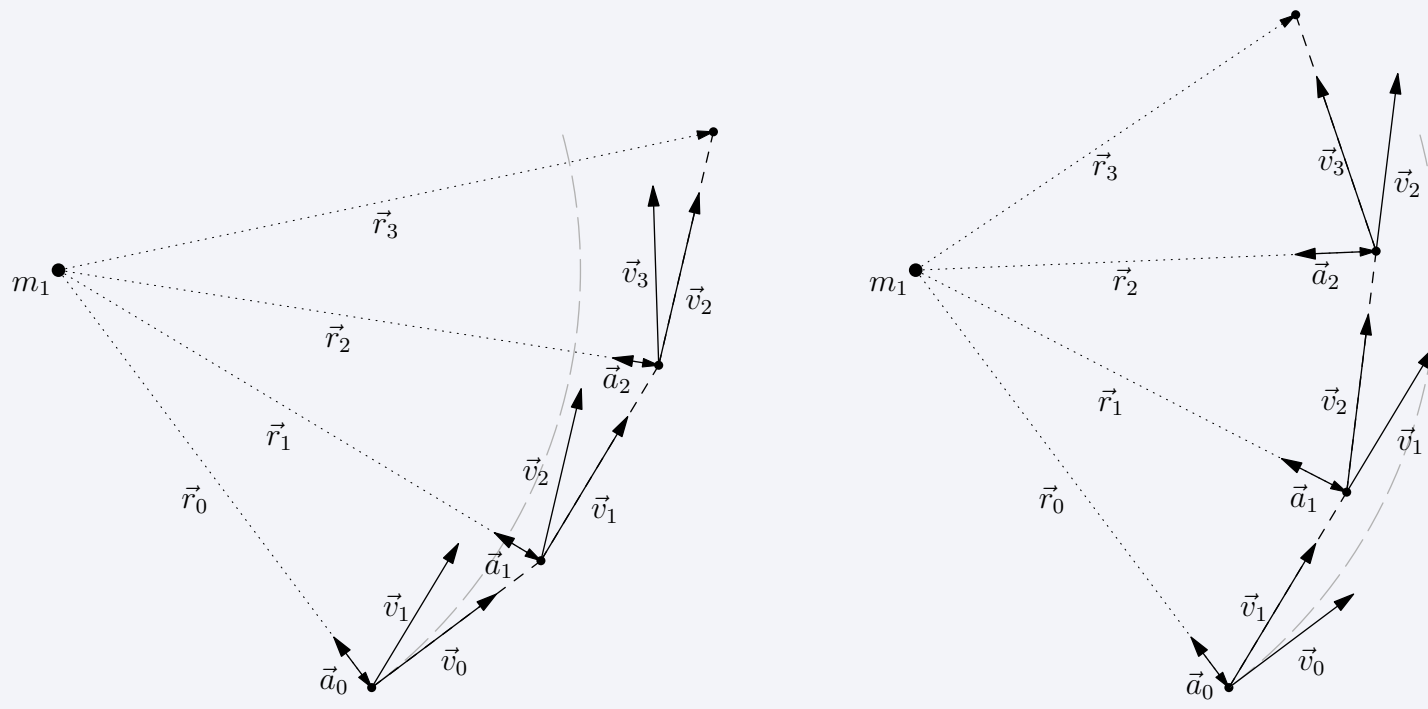
Metody

Základním problémem nebeské mechaniky je **problém N těles** — vypočítat polohu těles, která na sebe vzájemně gravitačně působí v souladu s **Newtonovým gravitačním zákonem**.

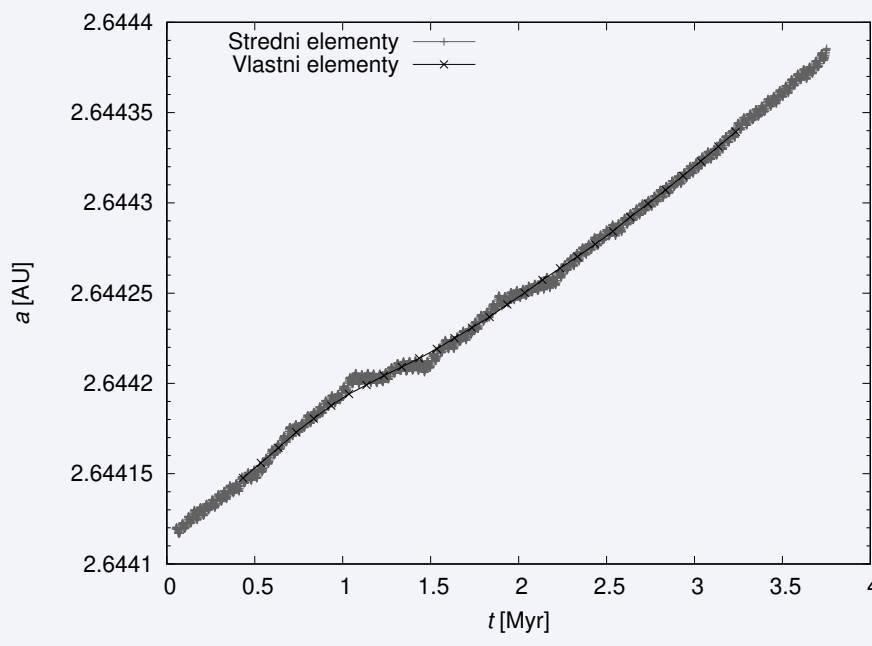
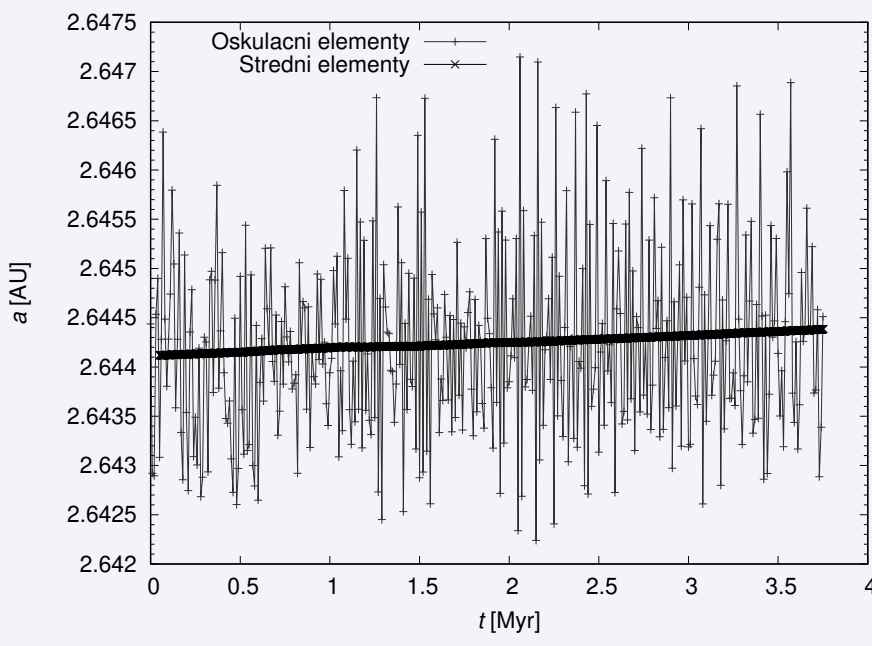
$$\vec{F}_i = m_i \vec{a}_i = - \sum_{j=1, j \neq i}^N G \frac{m_i m_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^3} (\vec{r}_i - \vec{r}_j), \quad \text{pro } i \in \{1, 2, \dots, N\}$$

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

K simulaci orbitálního vývoje využíváme **numerického integrátoru SWIFT**, který počítá s **Jarkovského jevem**, **YORP efektem**, **náhodnými srážkami** i **chaotickou difuzí**. Zde můžete vidět ilustraci jednodušší integrační metody — **Eulerovy metody** — která je ale principiálně té naší podobná.



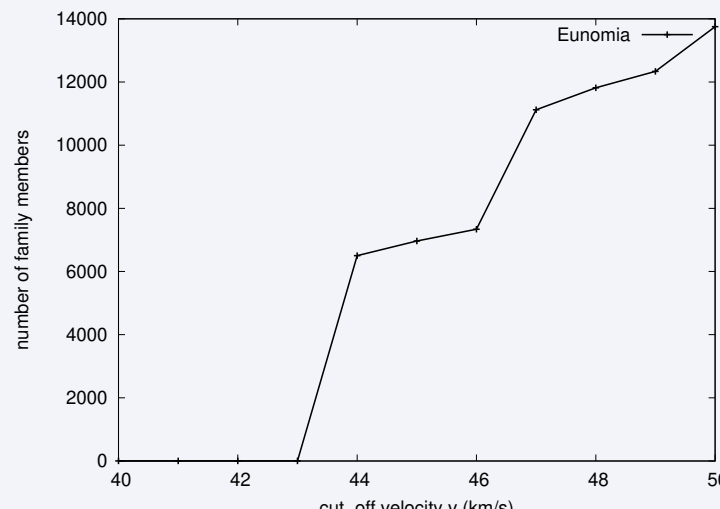
Podle pohybu planetky vzhledem ke Slunci můžeme určovat **elementy dráhy**. Ty se v průběhu času mění působením **perturbací** (např. gravitační působení ostatních planet), můžeme je tedy přes dlouhé úseky „průměrovat“ na **střední** a na **vlastní elementy dráhy**, přičemž druhé z nich jsou nepodléhají žádným periodickým silám.



Obrázek: Porovnání **oskulační** (aktuální) a **střední** hlavní poloosy (vlevo) a **střední** a **vlastní** hlavní poloosy (vpravo) pro simulaci jedné planetky po dobu 3,76 miliónů let.

K určení členů rodiny používáme **hierarchickou shlukovací metodu** (HCM) — v prostoru $(a_p, e_p, \sin i_p)$ si zvolíme hraniční vzájemnou „vzdálenost“ těles v_{cutoff} (s jednotkami rychlosti), podle které pak určíme členy.

$$v = n a_p \sqrt{C_a \left(\frac{\Delta a_p}{a_p} \right)^2 + C_e (\Delta e_p)^2 + C_i (\Delta \sin i_p)^2}$$



Obrázek: Závislost počtu členů rodiny *Eunomia* na zvolené hraniční rychlosti v_{cutoff} při použití metody HCM. Počet členů prudce vzroste při přechodu z 43 na 44 m/s, což je způsobené velkou vzdáleností prvního nejbližšího tělesa od mateřského (15) *Eunomia*. Dále vzroste prudce při přechodu z 46 na 47 m/s, což je způsobené splnutím s rodinou Adeona.