

Dvojni i višestruki asteroidi



- Dvojni (višestruki) asteroidi predstavljaju gravitaciono vezane objekte
- Ovi objekti kreću se oko zajedničkog centra mase, a kao sistem kreću se oko Sunca (analogno planetama i njihovim satelitima)

Statistika dvojnih i višestrukih asteroida

Grupa	# poznatih objekata	# dvojnih asteroida
Asteroidi bliski Zemlji	~ 33 000	97
Mars kroseri	~ 25 000	32
Glavni asteroidni pojas	~ 1 160 000	248
Jupiterovi trojanci	~ 12 700	7

Formiranje dvojnih i višestrukih asteroida

- Od materijala izbačenog usled brze rotacije (rotaciona fisija)
- Od materijala nastalog raspadom usled plimskih sila (bliski prilazi sa planetama)
- Od materijala izbačenog prilikom sudara asteroida

Unutrašnja građa asteroida



Kompaktni



**Kompaktni
frakturisani**

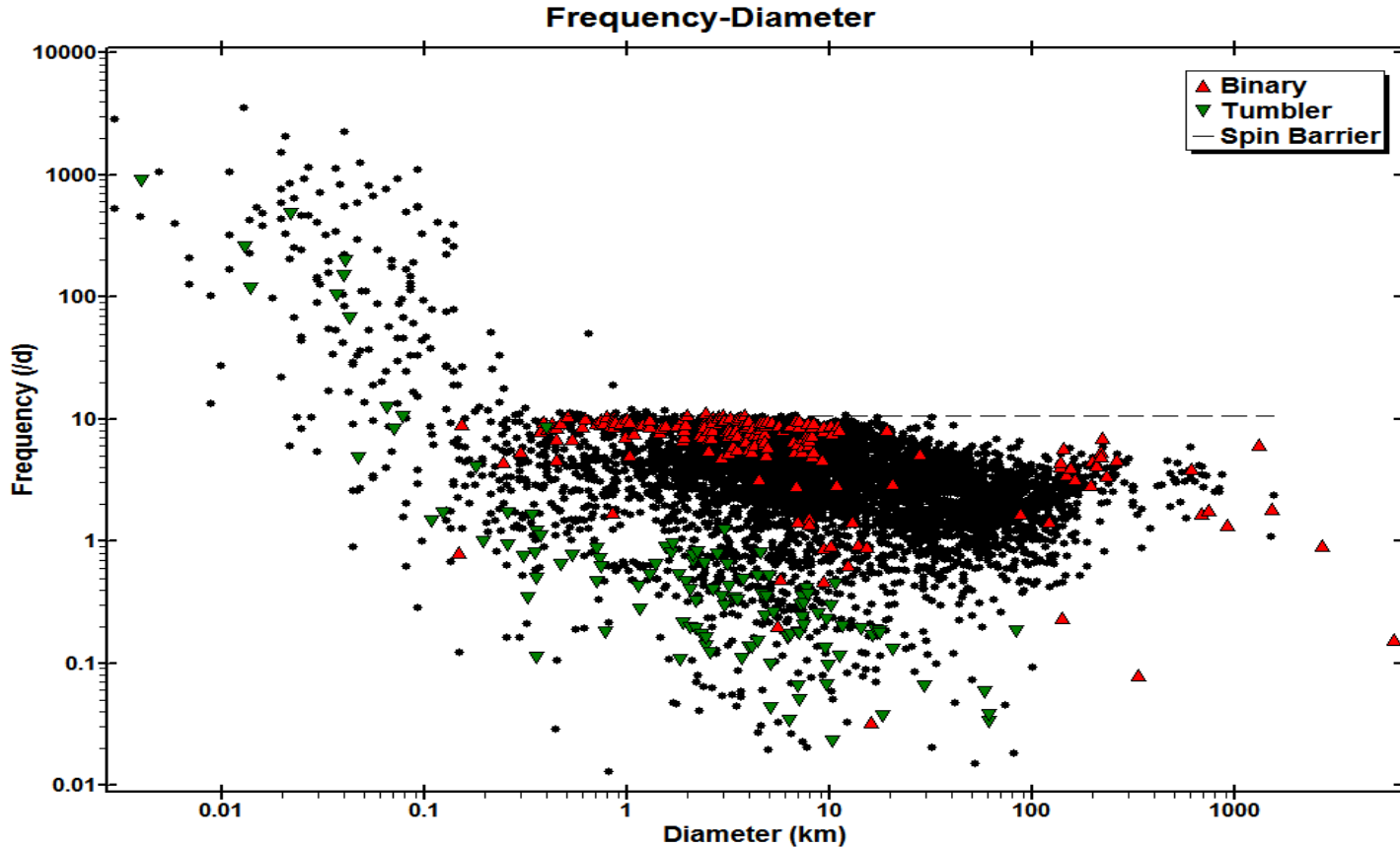


"Krš na gomili"



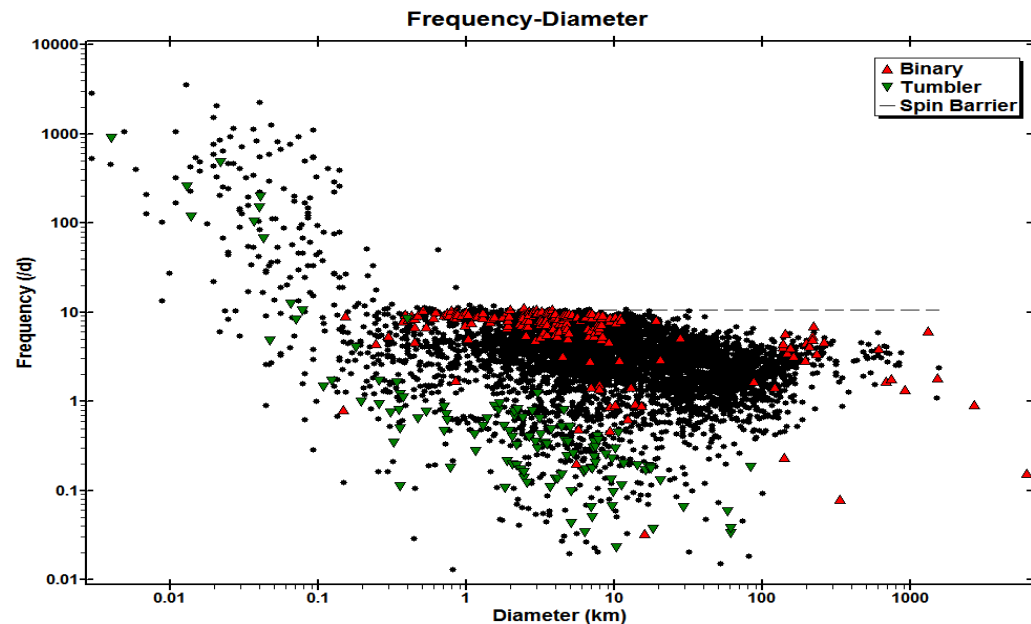
Konglomerati

Periodi rotacije asteroida

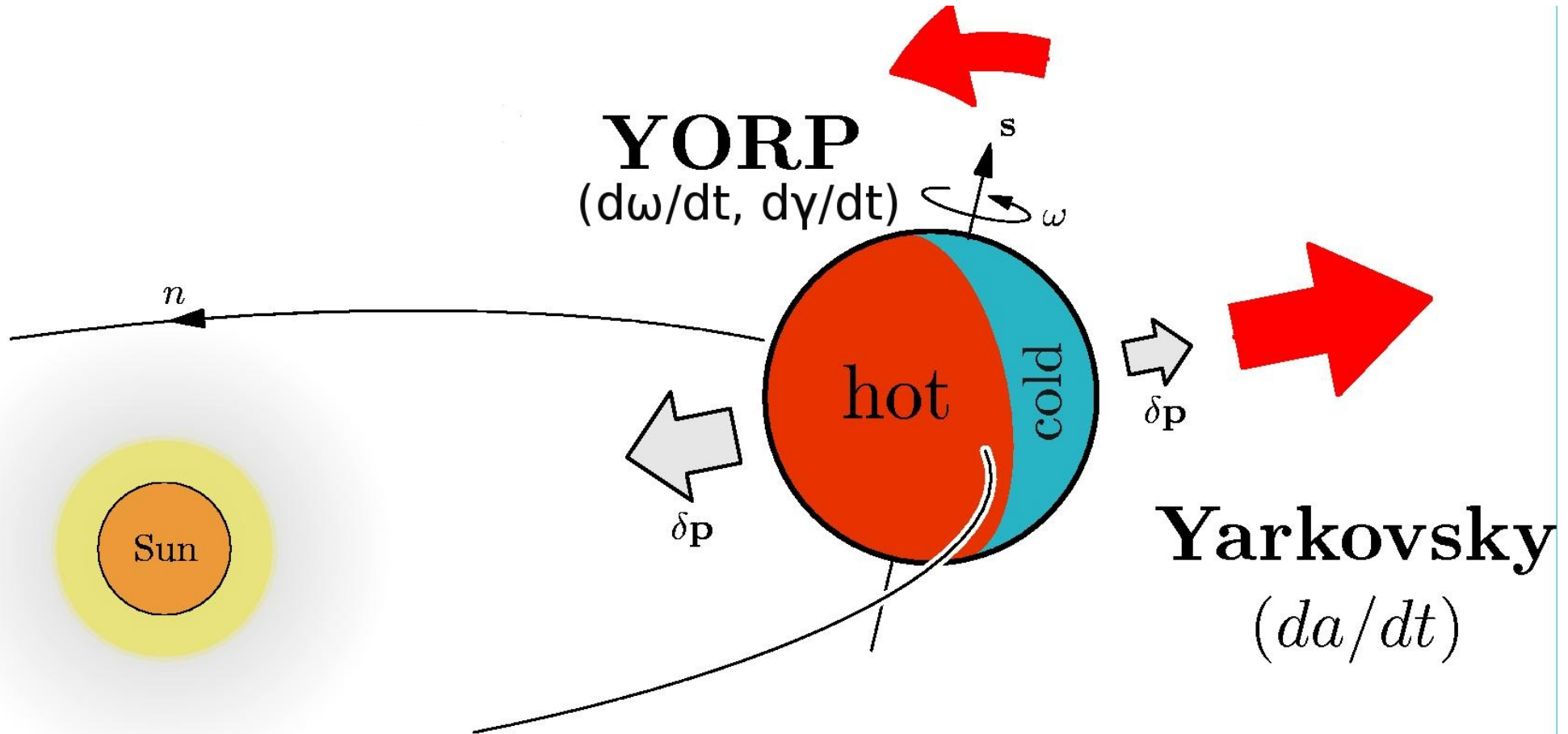


Spin barijera

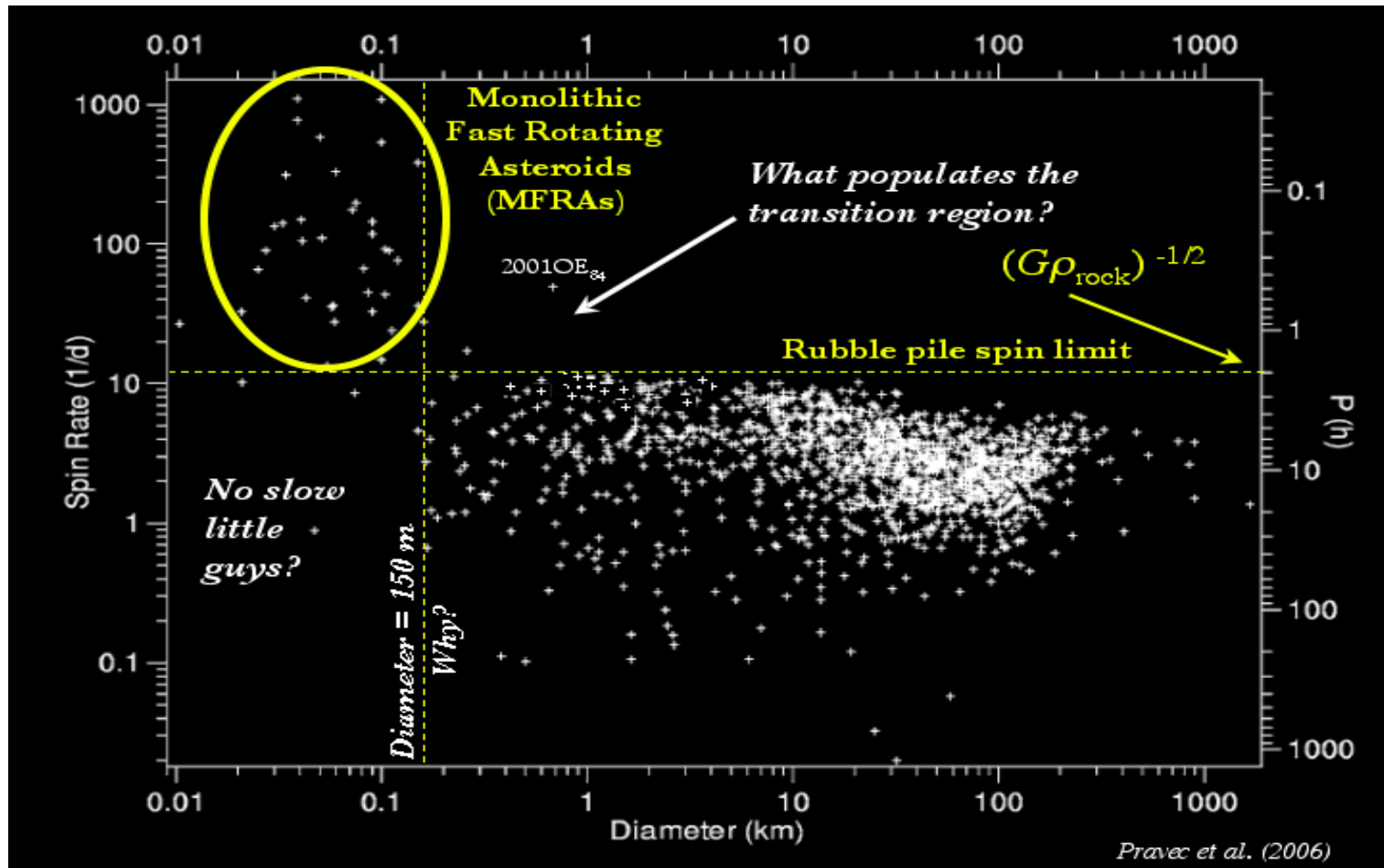
- Spin barijera: balans između sile gravitacije i centrifugalnog ubrzanja
- Zavisi i od drugih faktora, kao što je elongacija (izduženost) asteroida



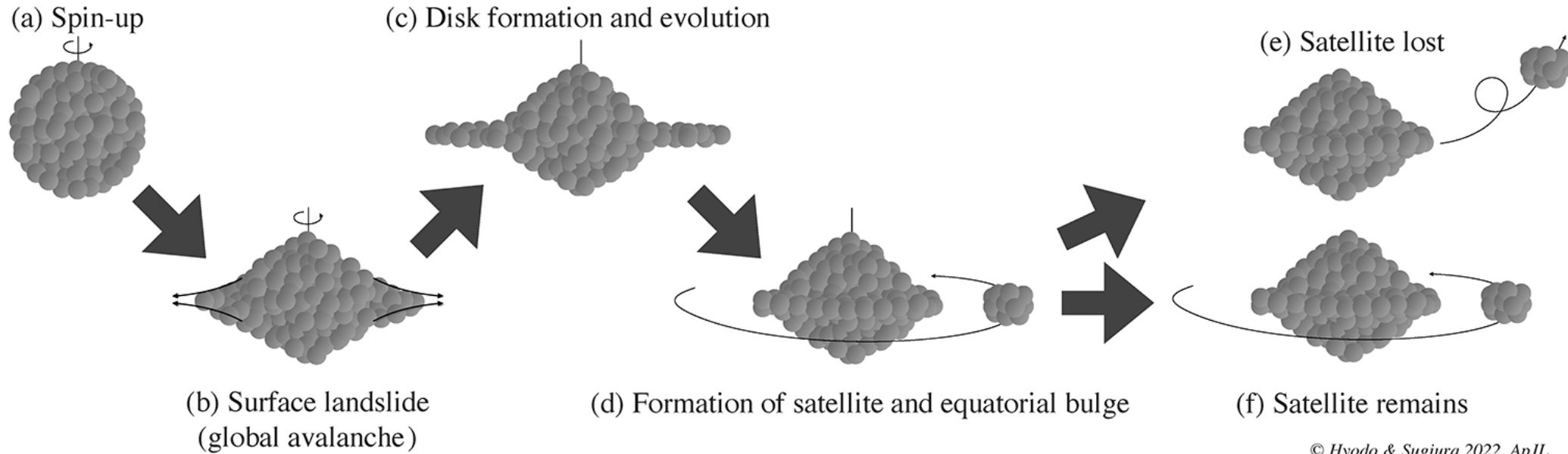
YORP efekat



Periodi rotacije asteroida



Nastanak dvojnih asteroida rotacionom fisijom

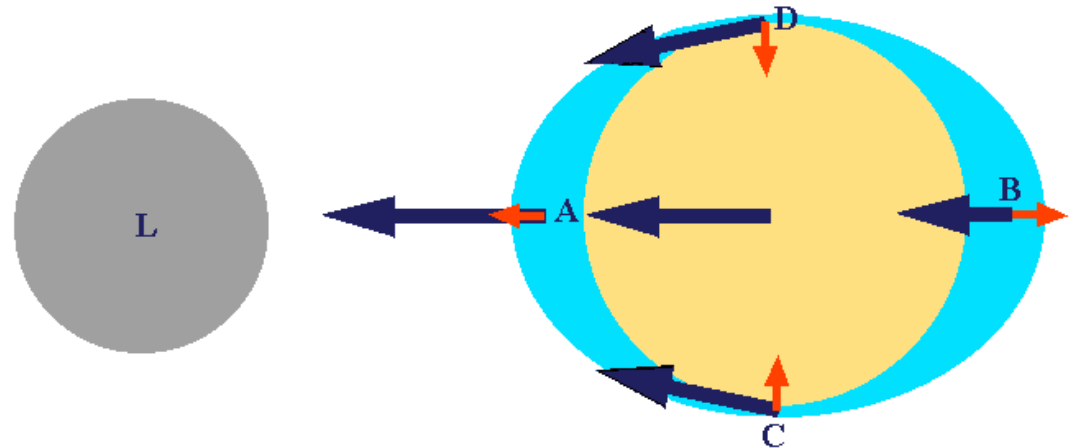


© Hyodo & Sugiura 2022, *ApJL*

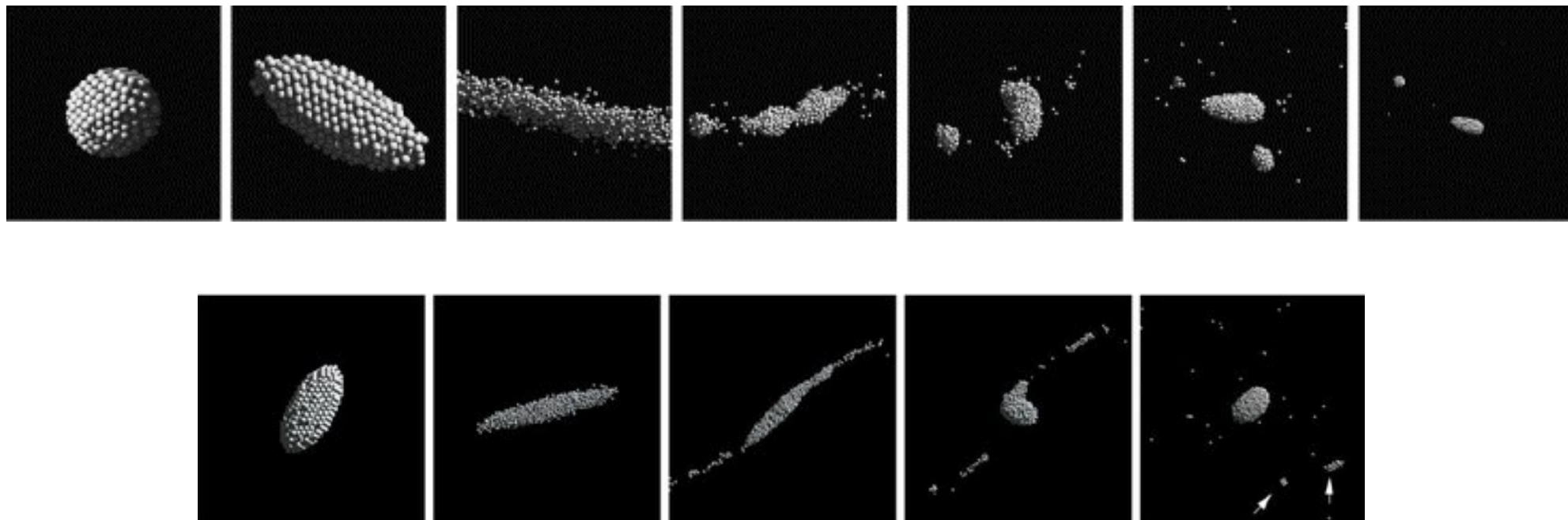
- <https://www.isas.jaxa.jp/home/research-portal/en/gateway/2022/1125/>
- https://www.youtube.com/watch?v=Bj_TZYYSWKQ&t=63s
- <https://www.youtube.com/watch?v=9xi7FN5ZEcA&t=354s>

Raspad usled plimskih sila

- Plimske sile javljaju se kada su dva objekta dovoljno blizu jedan drugom da se njihovi gravitacioni uticaji ne mogu pomatrati kao tačkaste gravitacije, već se njihove dimenzije i oblici moraju uzeti u obzir
- Do pojave plimskih sila dolazi usled razlike u sili gravitacije u različitim tačkama na telu



Raspad usled plimskih sila



Formiranje dvojnih asteroida nakon raspada asteroida usled sudara

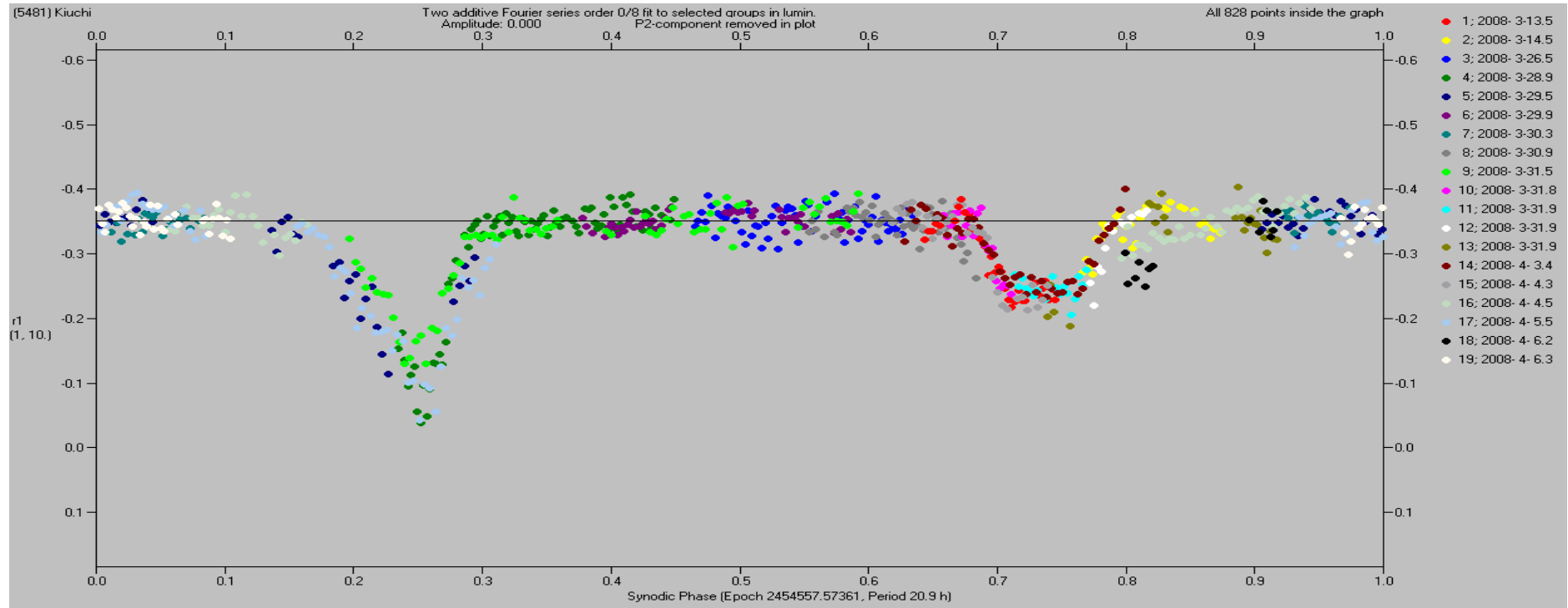
- Prilikom formiranja familija asteroida, generiše se veliki broj manjih fragmenata
- Neki od bliskih fragmenata mogu postati gravitaciono vezani, formirajući na taj način dvojni asteroid
- Ovaj mehanizam je uglavnom efikasan kod većih asteroida i od značaja je u Glavnom asteroidnom pojasu



Detekcija dvojnih asteroida

- Na osnovu analize krivih sjaja (dvojni asteroidi generišu dodatne pojave u krivama sjaja usled međusobnog relativnog kretanja)
- Iz radarskih posmatranja (samo za objekte koji prolaze blizu Zemlje)

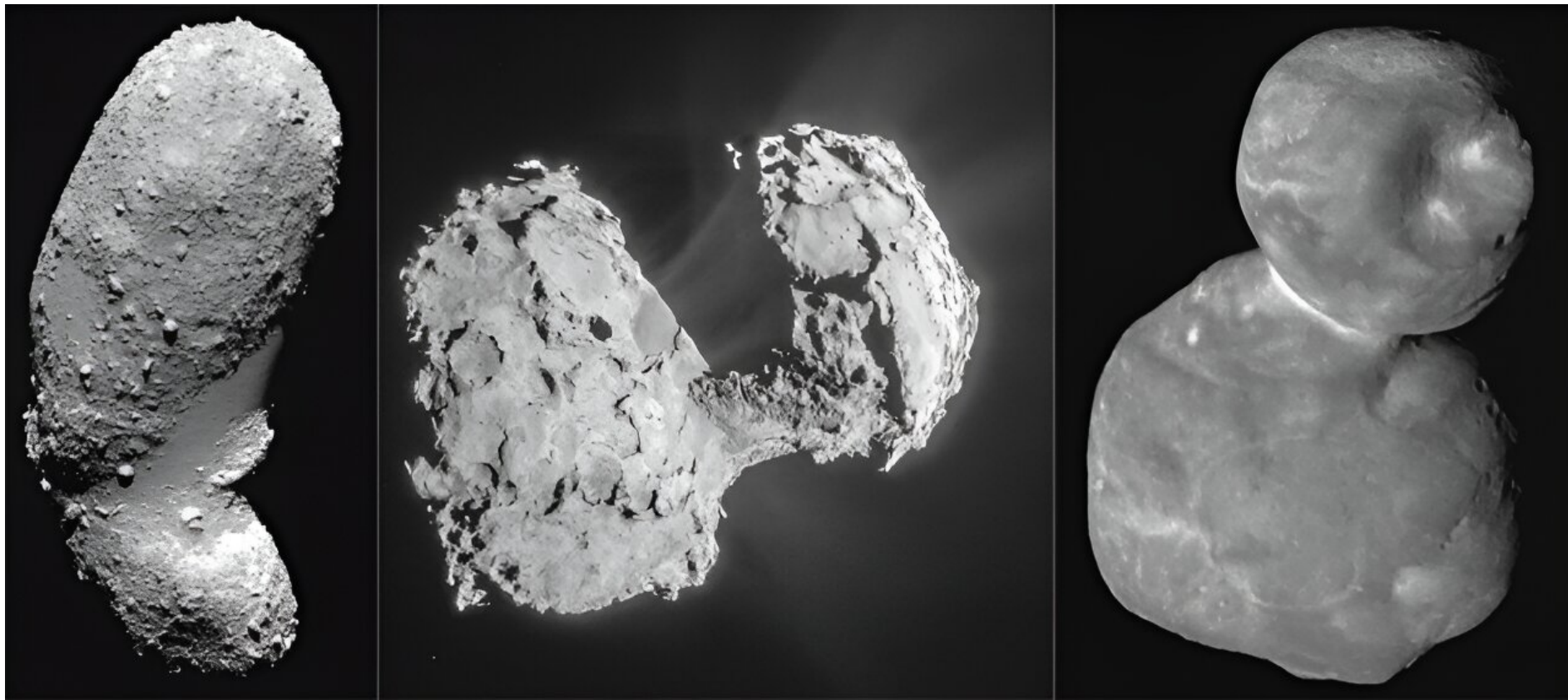
Detekcija dvojnih asteroida iz krivih sjaja



Detekcija dvojnih asteroida radarom

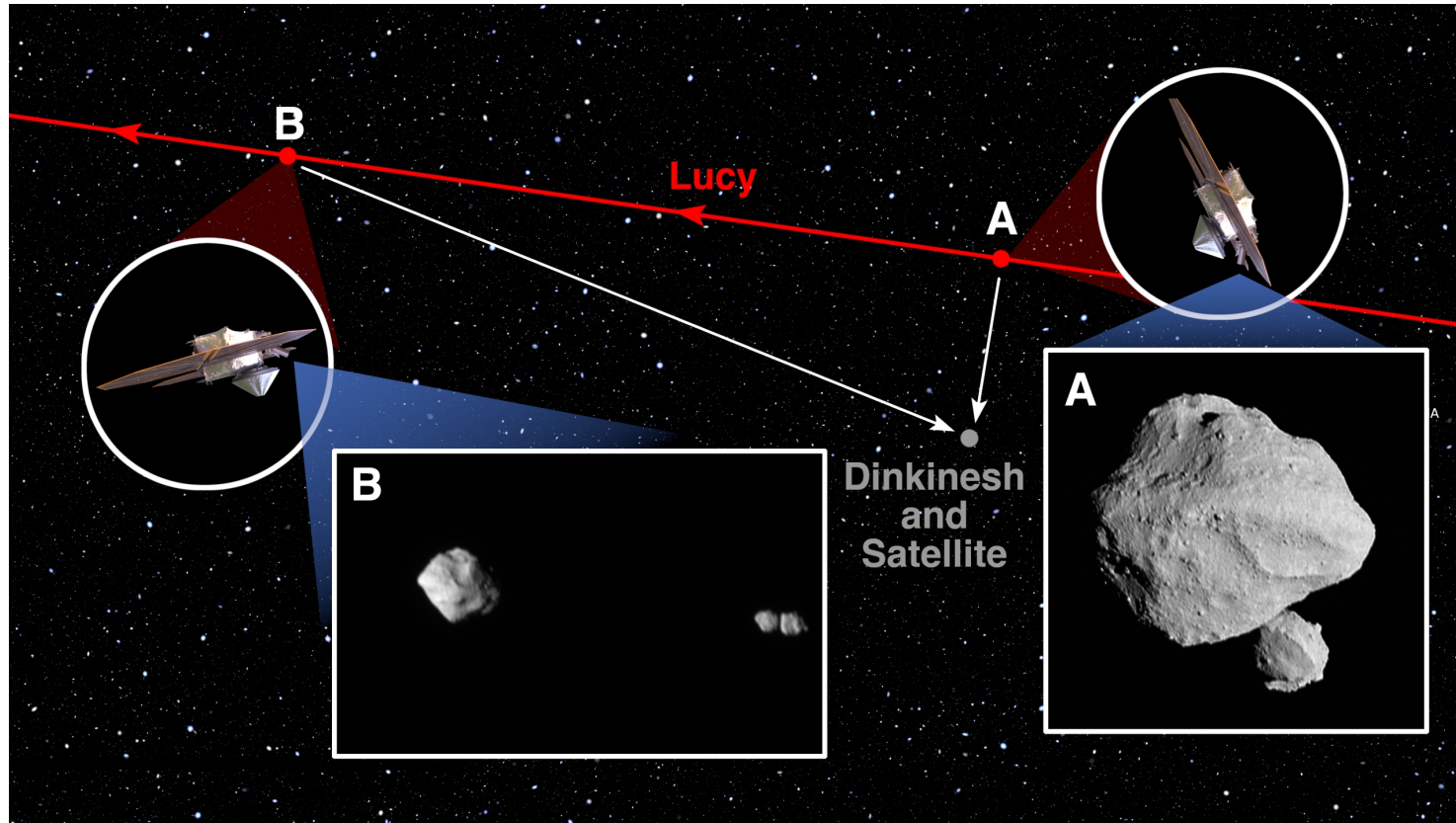


Kontaktni dvojni sistemi



Lucy misija

bliski prolaz pored asteroida Dinkinesh, 1. novembra 2023

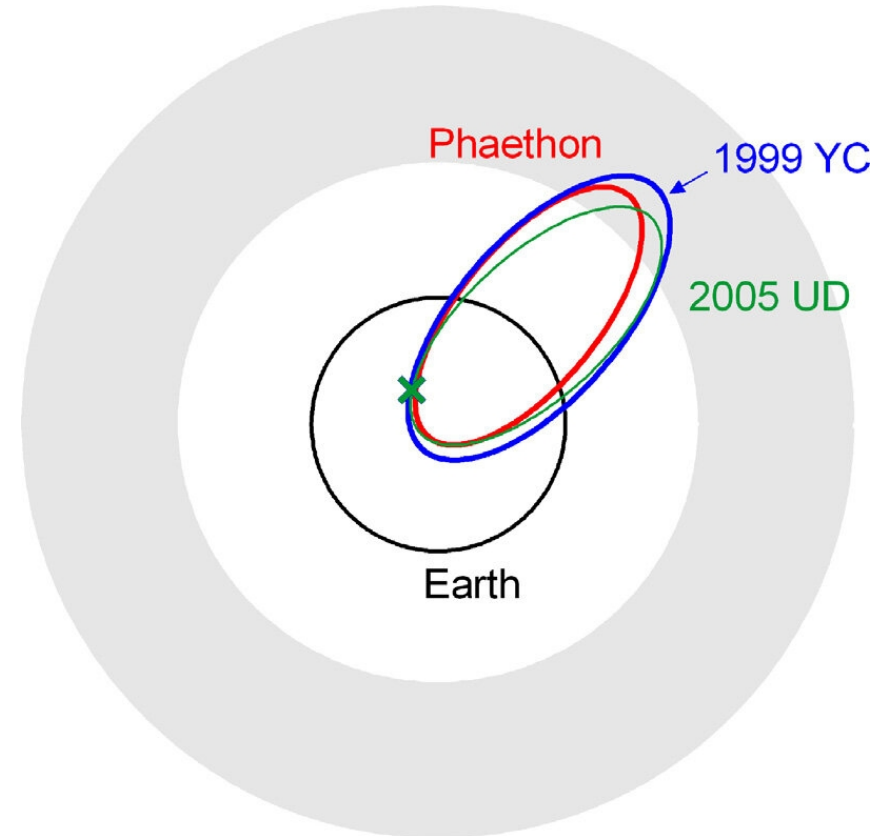


Lucy misija - asteroid Dinkinesh



Parovi asteroida

- Parovi asteroida su objekti na veoma sličnim orbitama, koji nisu gravitaciono vezani
- Najčešće nastaju raspadom dvojnih asteroida

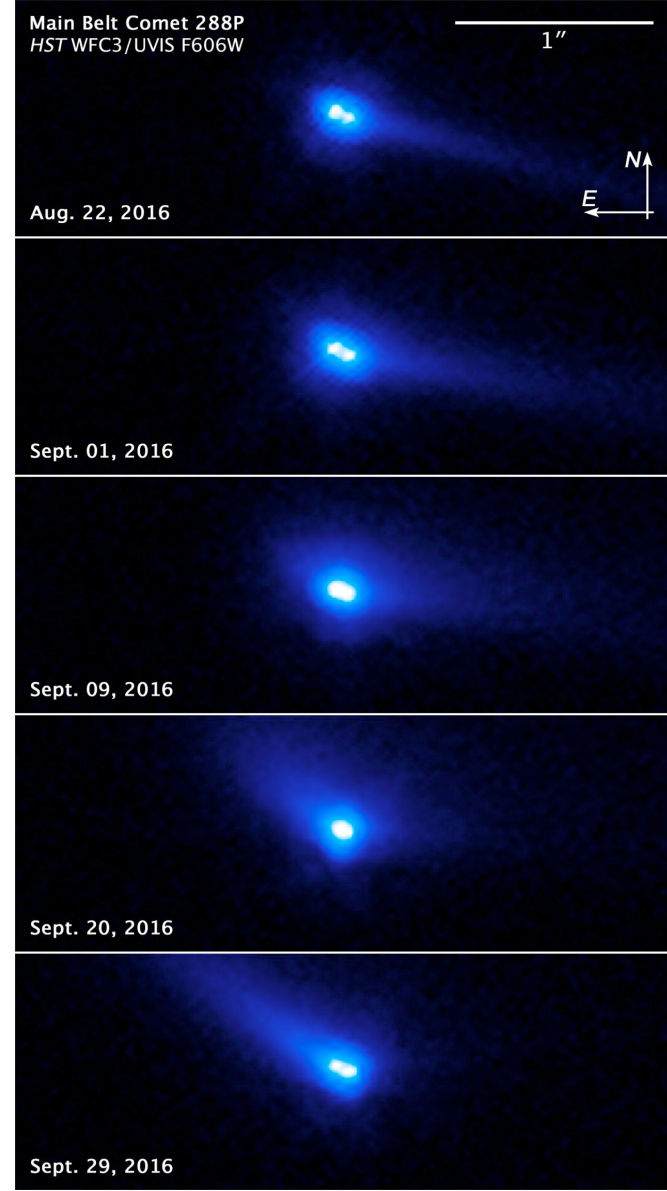
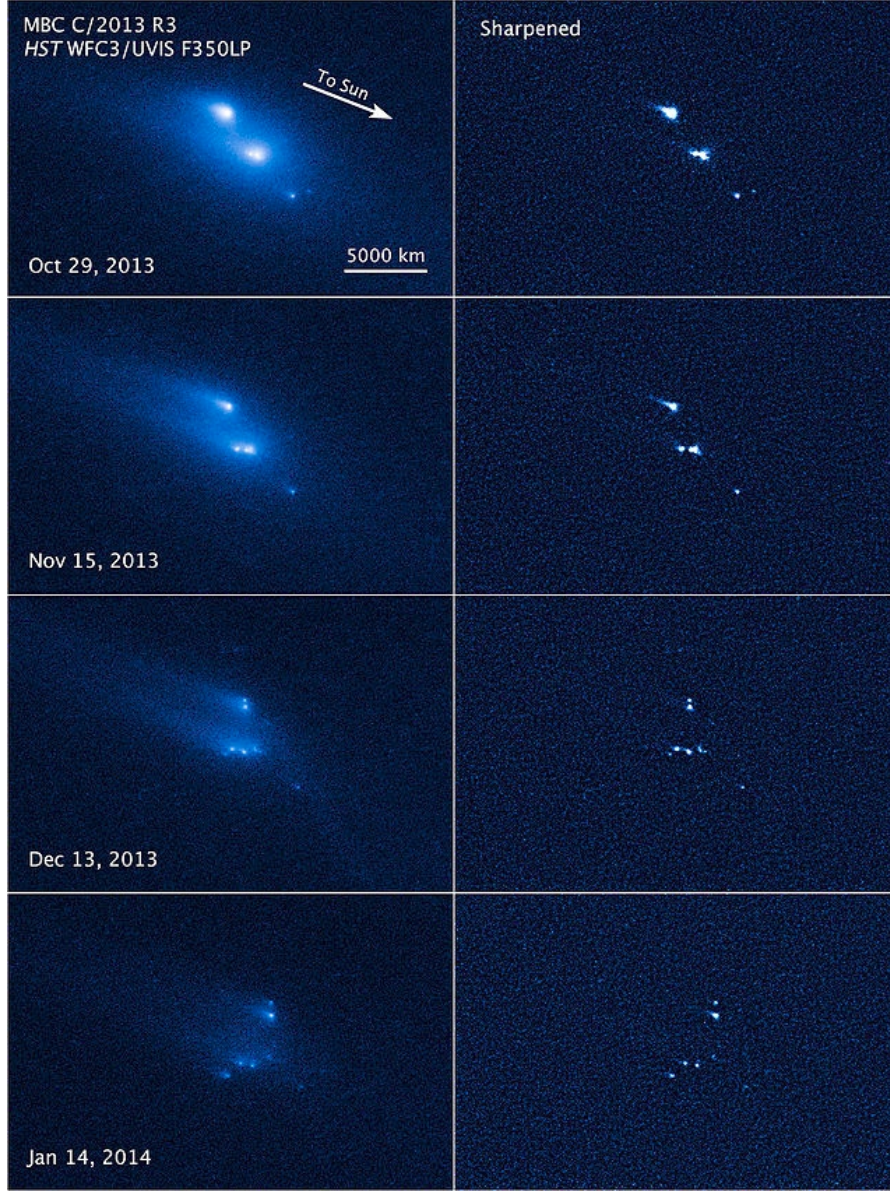


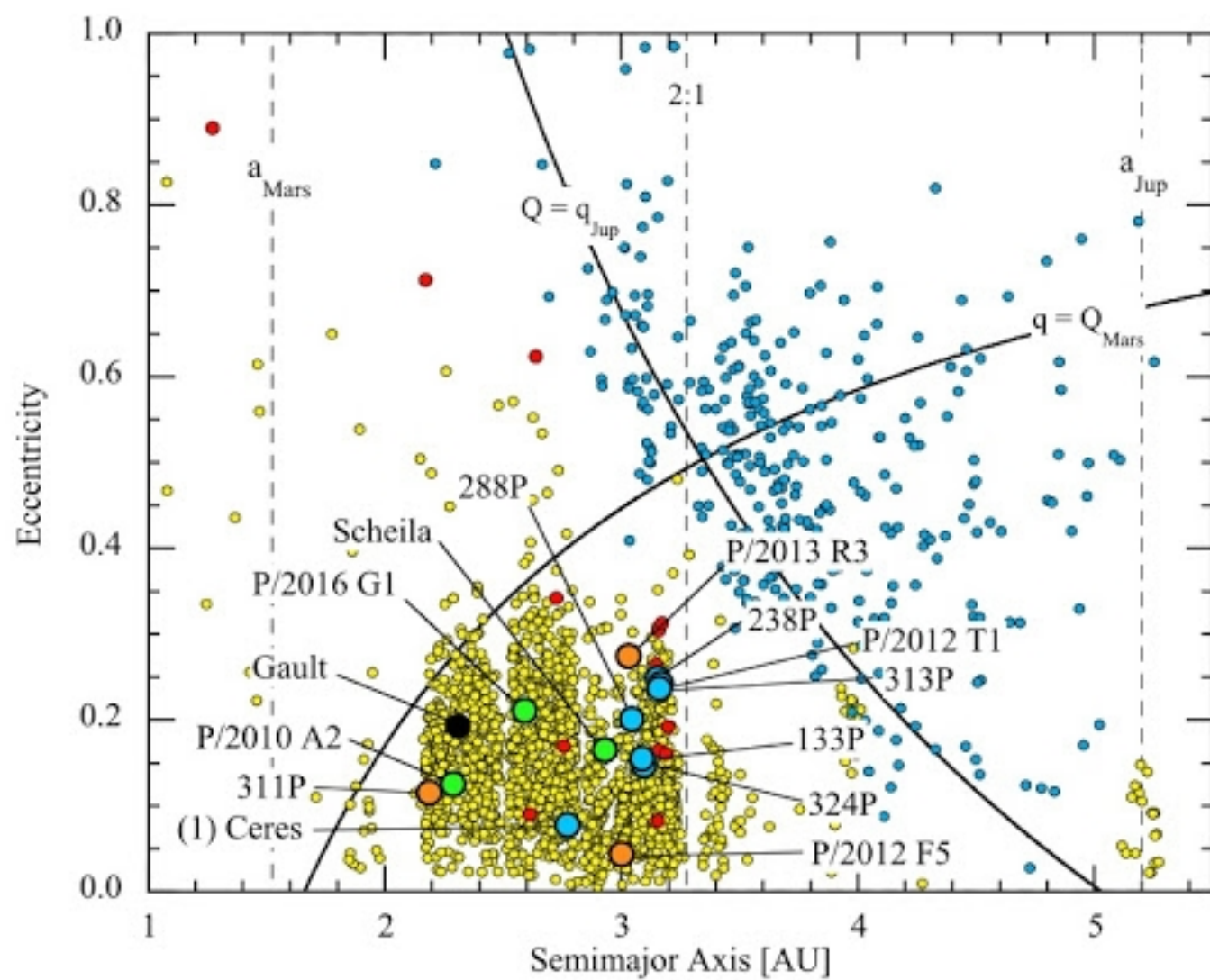
Aktivni Asteroidi



Aktivni asteroidi

- Aktivni asteroidi predstavljaju grupu objekata koji imaju orbitalne karakteristike asteroida, ali i fizičke karakteristike kometa.
- Nalik su kometama, jer izbacuju gas i prašinu, formirajući glavu i rep, pojave karakteristične za komete
- Trenutno ih je poznato nekoliko desetina





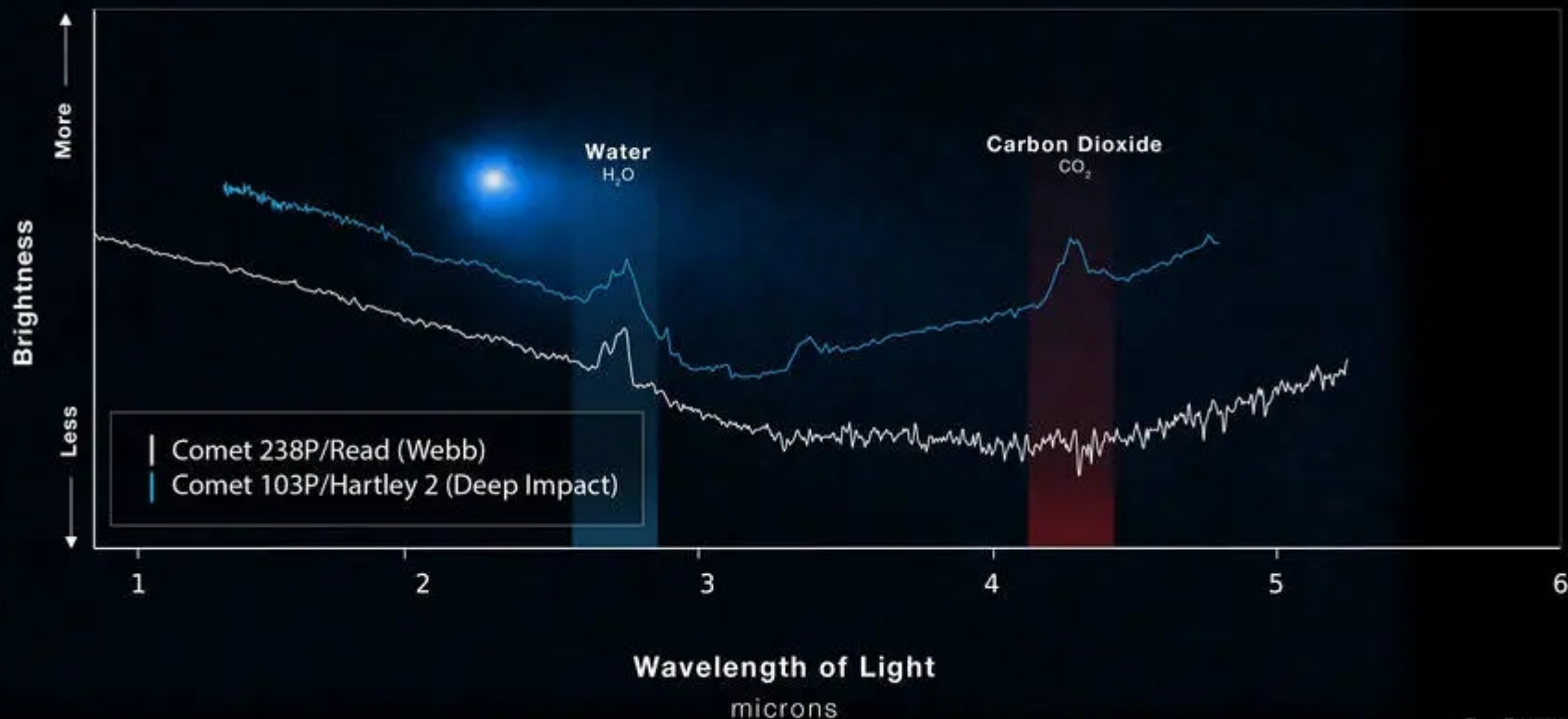
Mogući uzroci aktivnosti

- Sublimacija leda
- Odbacivanje materijala usled brze rotacije
- Izbacivanje prašine usled sudara sa drugim malim asteroidima
- Izbacivanje optički aktivnih čestica pod uticajem elektrostatičkih mehanizama

MAIN BELT COMET 238P/READ

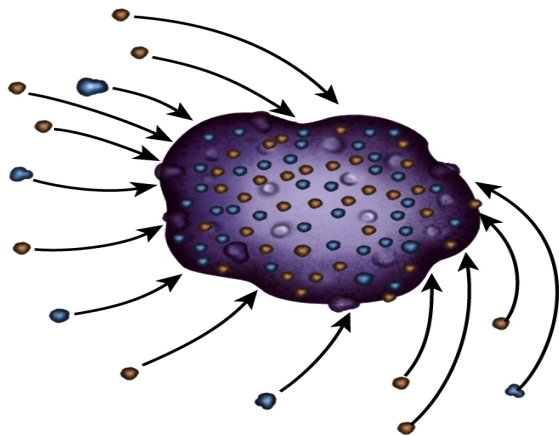
EMISSION SPECTRUM

NIRSpec | IFU Medium-Resolution Spectroscopy

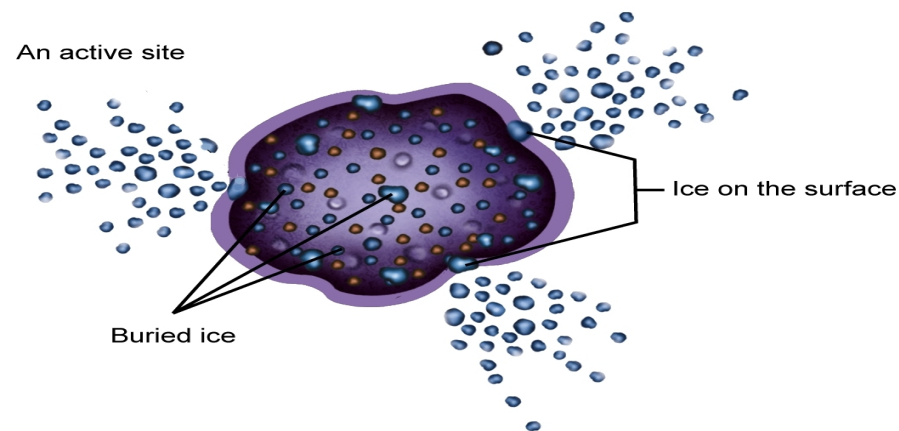


WEBB
SPACE TELESCOPE

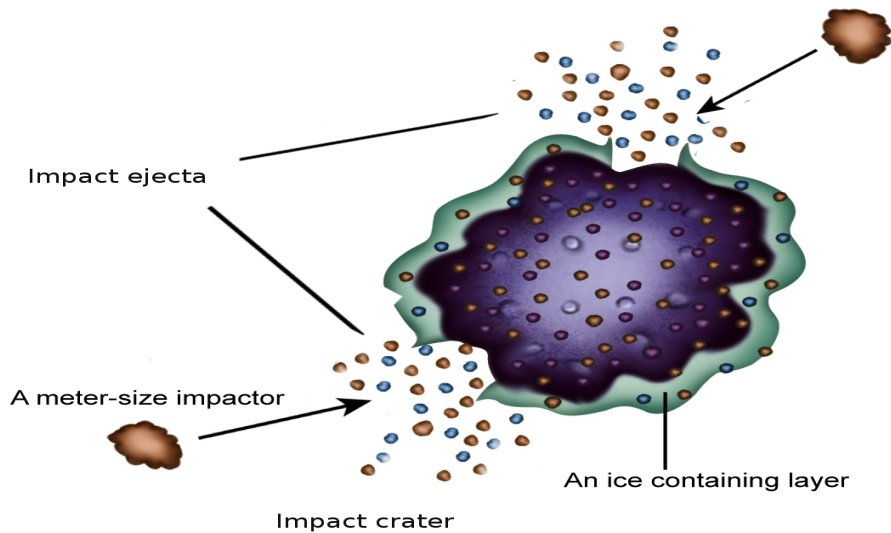
Phase 1: Accretion of an ice-bearing planetesimal



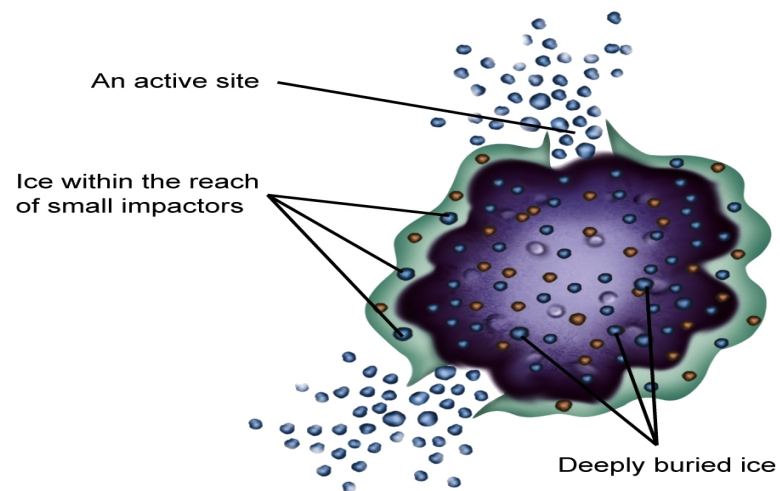
Phase 2: Sublimation of ice located at surface



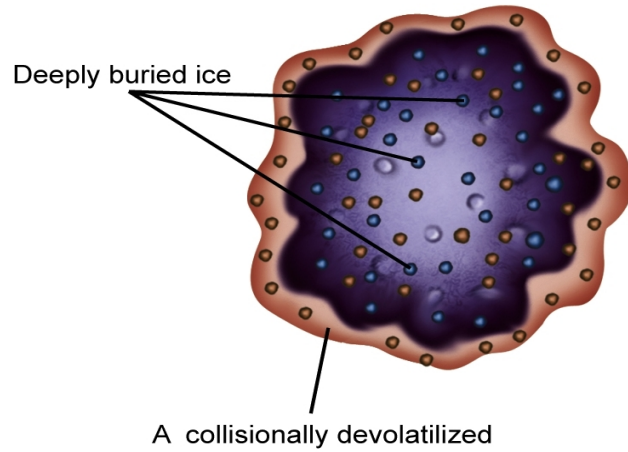
Phase 3: Subsurface ice, of an ice-bearing asteroid, has been excavated by impacts of small objects



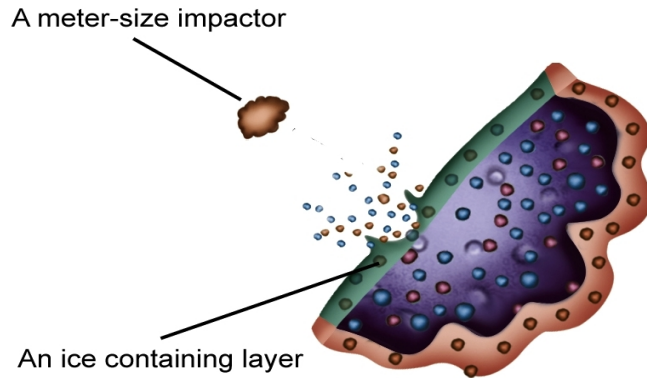
Phase 4: Sublimation of ice exposed on the surface



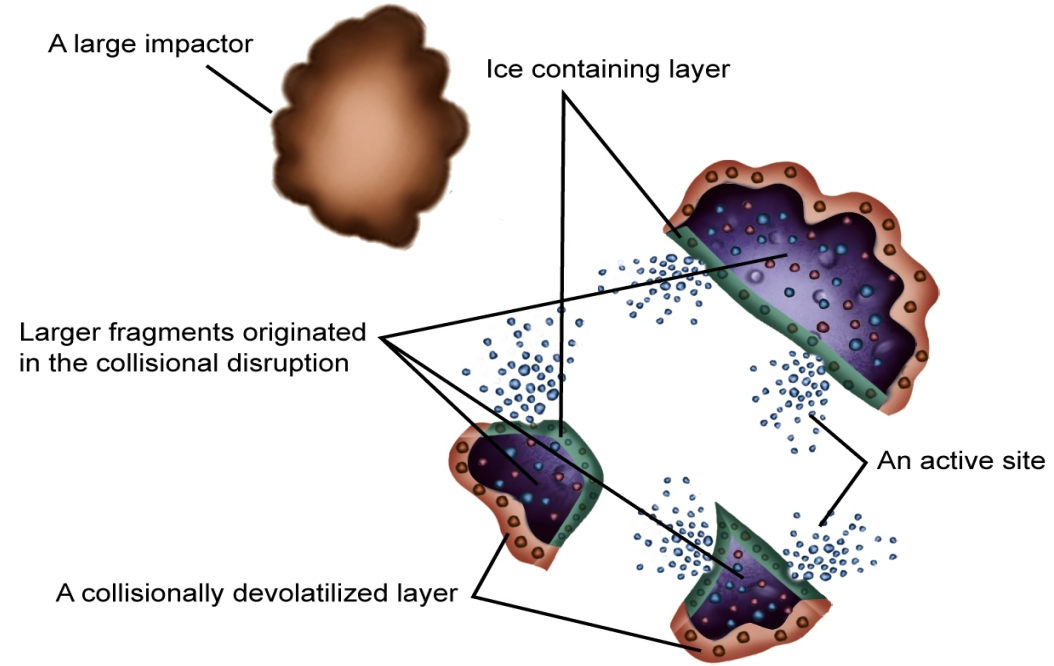
Phase 5: A near-surface layer is collisionally devolatilized



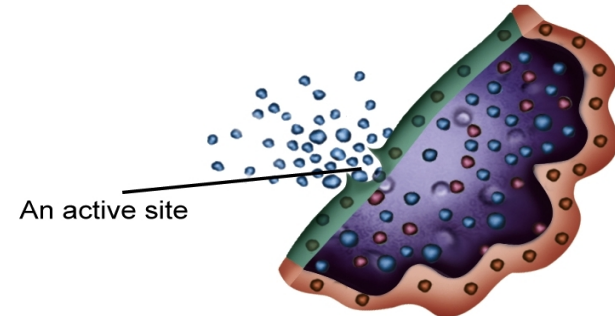
Phase 7: A fragment being impacted by small impactor



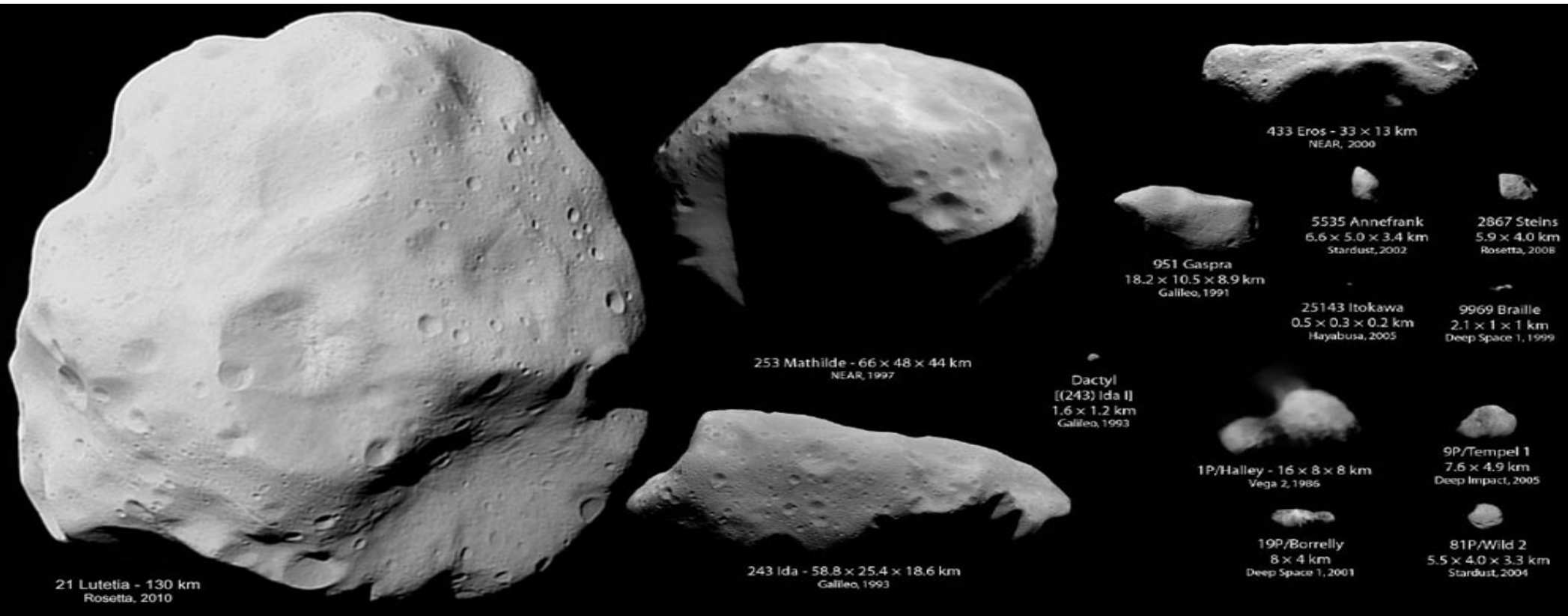
Phase 6: Collisional disruption of an ice-bearing asteroid



Phase 8: A recently observed main-belt comet



Mase i veličine asteroida

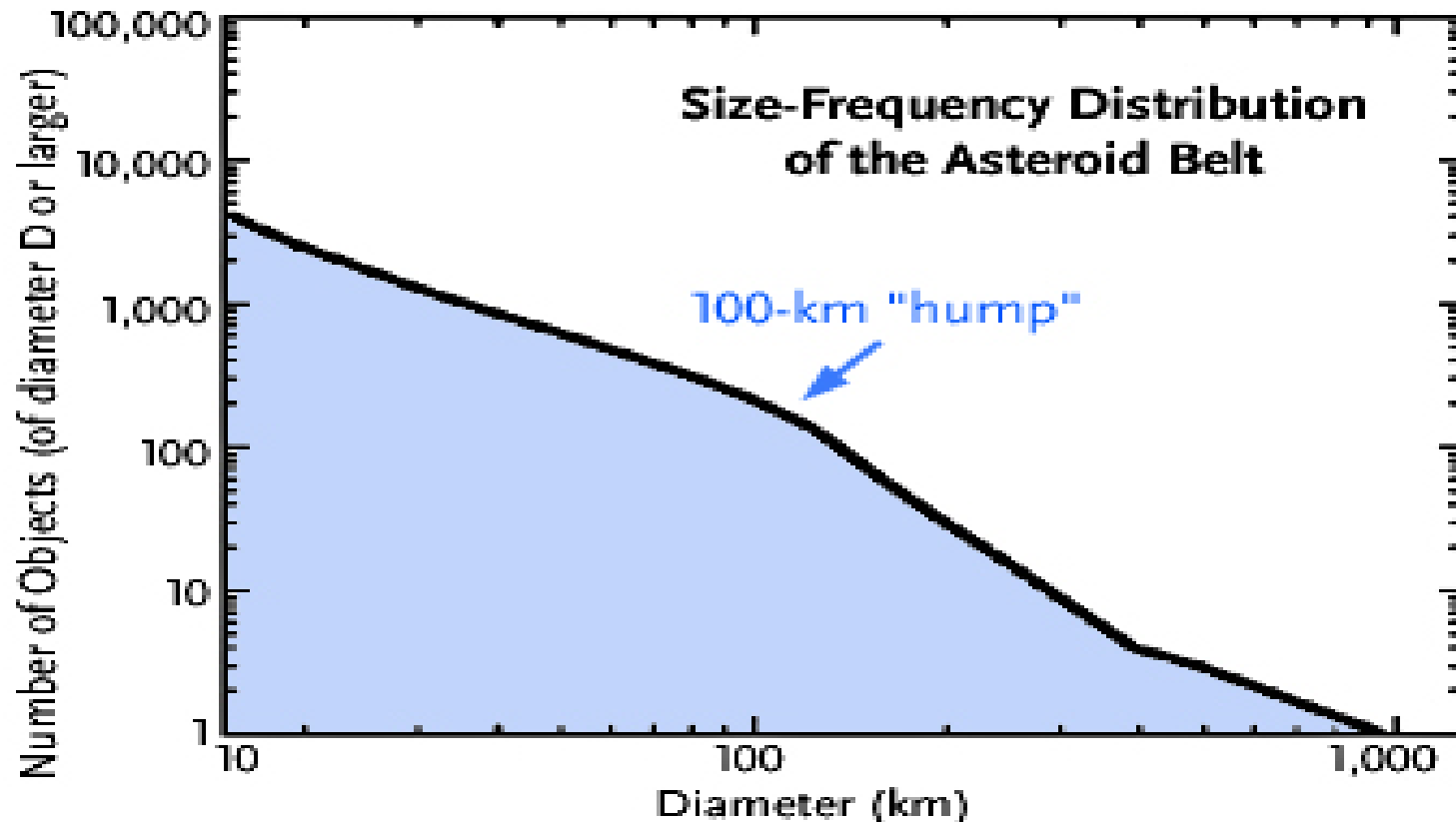


Mase i veličine asteroida

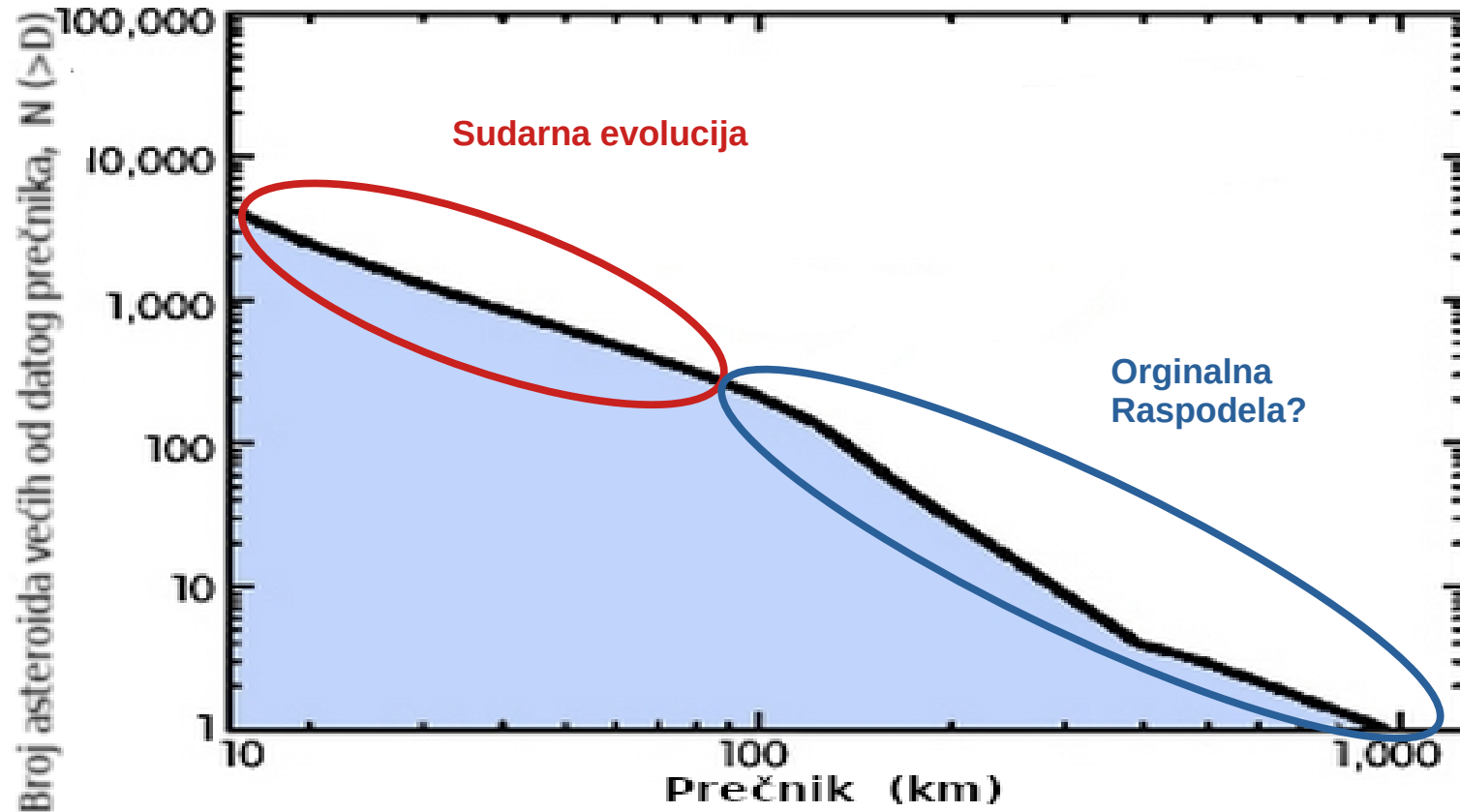
Tabela 1.1: Veličine i mase 20 većih asteroida u Glavnom asteroidnom prstenu

Asteroid	Prečnik [km]	Masa [$M_{\odot}$]	Asteroid	Prečnik [km]	Masa [$M_{\odot}$]
(1) Ceres	975	4.75×10^{-10}	(13) Egeria	208	8.00×10^{-12}
(2) Pallas	570	1.05×10^{-10}	(14) Irene	167	3.49×10^{-12}
(3) Juno	320	1.44×10^{-11}	(15) Eunomia	357	1.60×10^{-11}
(4) Vesta	578	1.30×10^{-10}	(16) Psyche	240	1.14×10^{-11}
(6) Hebe	205	6.40×10^{-12}	(19) Fortuna	225	4.18×10^{-12}
(7) Iris	240	8.12×10^{-12}	(20) Massalia	160	1.68×10^{-12}
(8) Flora	161	4.36×10^{-11}	(24) Themis	198	5.67×10^{-12}
(9) Metis	222	5.70×10^{-12}	(31) Euphrosyne	256	2.92×10^{-11}
(10) Hygiea	530	4.35×10^{-11}	(52) Europa	362	1.14×10^{-11}
(11) Parthenope	153	3.09×10^{-12}	(511) Davida	357	1.90×10^{-11}

Raspodela asteroida po veličinama



Raspodela asteroida po veličinama



Mase asteroida

Mase su poznate tek za oko 60 asteroida.

Metode za određivanje masa asteroida:

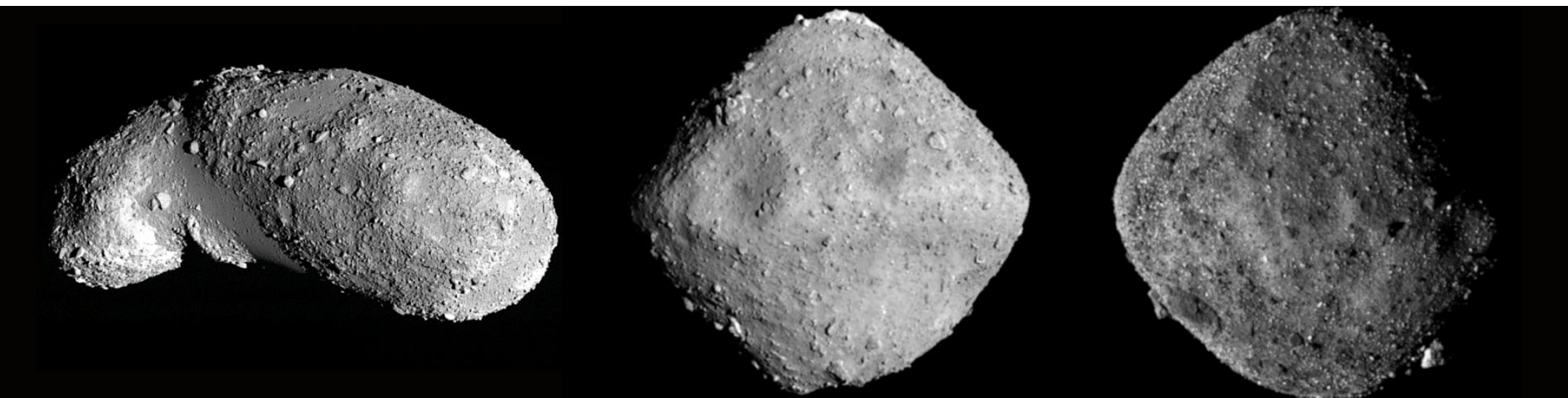
- na osnovu poremećaja kretanja drugih asteroida za vreme međusobnog bliskog prilaza
- na osnovu III Keplerovog zakona kod dvojnih asteroida
- analizom različitih parametara za asteroide pored kojih je prošla (ili orbitirala neko vreme) neka svemirska letelica

Masa i veličina asteroida

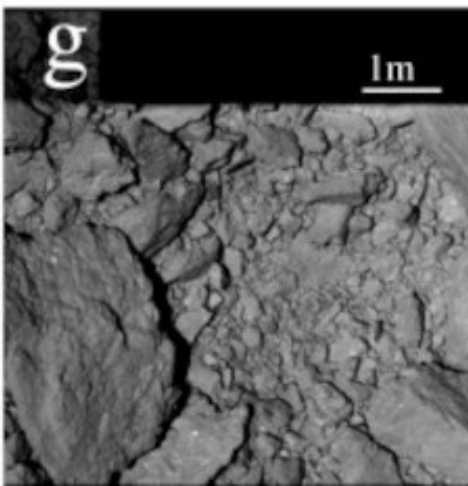
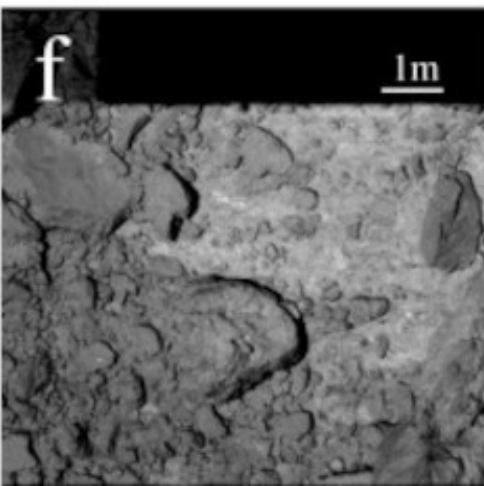
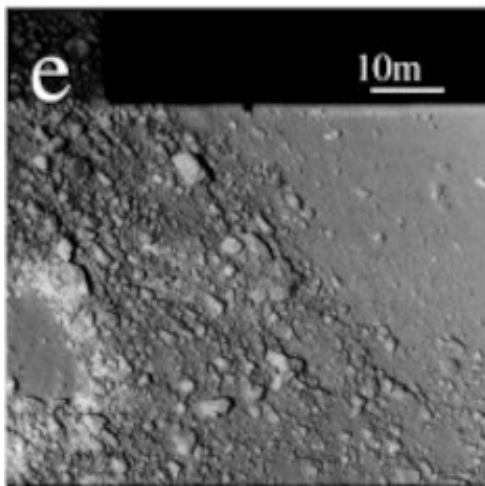
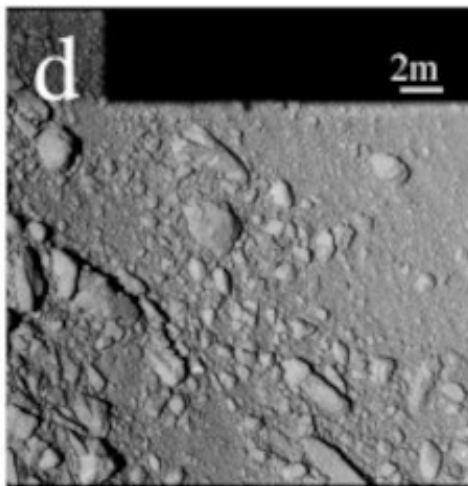
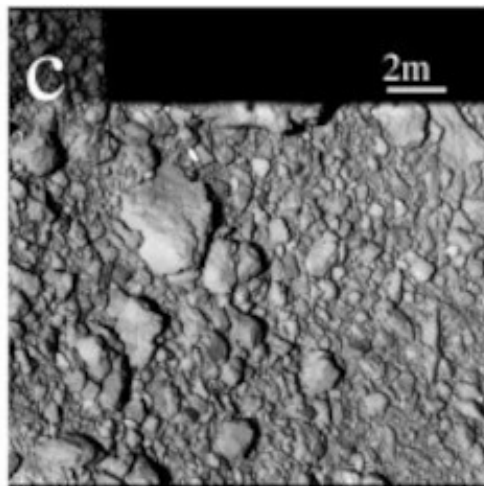
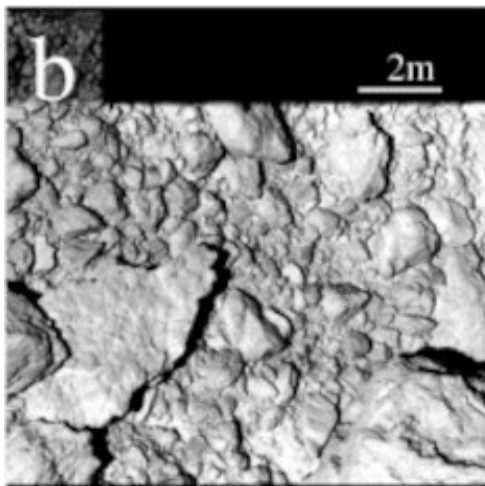
Tabela 1.1: Veličine i mase 20 većih asteroida u Glavnom asteroidnom prstenu

Asteroid	Prečnik [km]	Masa [$M_{\odot}$]	Asteroid	Prečnik [km]	Masa [$M_{\odot}$]
(1) Ceres	975	4.75×10^{-10}	(13) Egeria	208	8.00×10^{-12}
(2) Pallas	570	1.05×10^{-10}	(14) Irene	167	3.49×10^{-12}
(3) Juno	320	1.44×10^{-11}	(15) Eunomia	357	1.60×10^{-11}
(4) Vesta	578	1.30×10^{-10}	(16) Psyche	240	1.14×10^{-11}
(6) Hebe	205	6.40×10^{-12}	(19) Fortuna	225	4.18×10^{-12}
(7) Iris	240	8.12×10^{-12}	(20) Massalia	160	1.68×10^{-12}
(8) Flora	161	4.36×10^{-11}	(24) Themis	198	5.67×10^{-12}
(9) Metis	222	5.70×10^{-12}	(31) Euphrosyne	256	2.92×10^{-11}
(10) Hygiea	530	4.35×10^{-11}	(52) Europa	362	1.14×10^{-11}
(11) Parthenope	153	3.09×10^{-12}	(511) Davida	357	1.90×10^{-11}

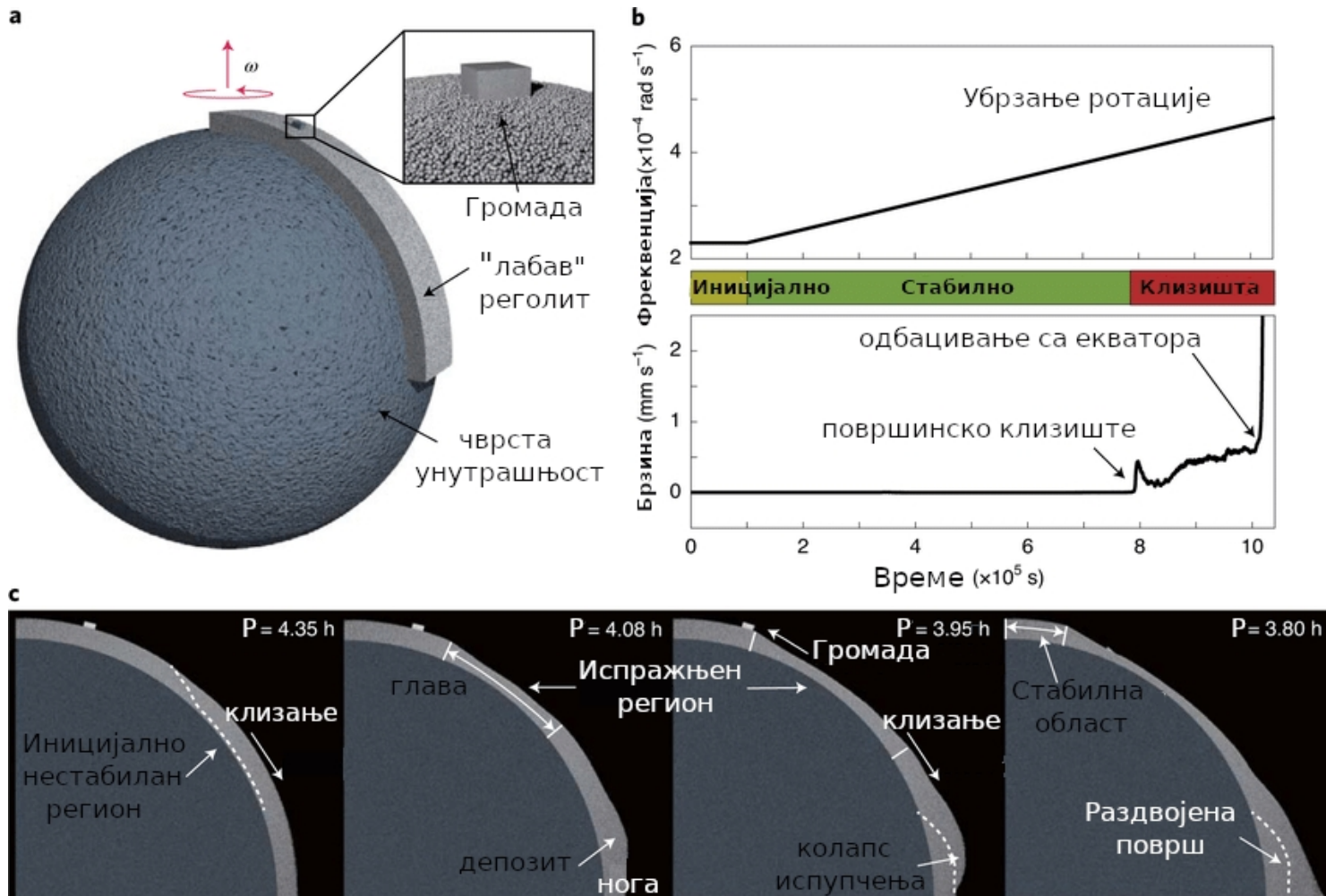
Površine asteroida



Površine asteroida



Površine asteroida



Nastanak regolita

