



*აგრეთვე ჭრებნიშუაღანს ხახვლმანს
ნძიღანს ხახვლმნიშუა ანახვენსიქეფი*

სამყაროს ევოლუცია

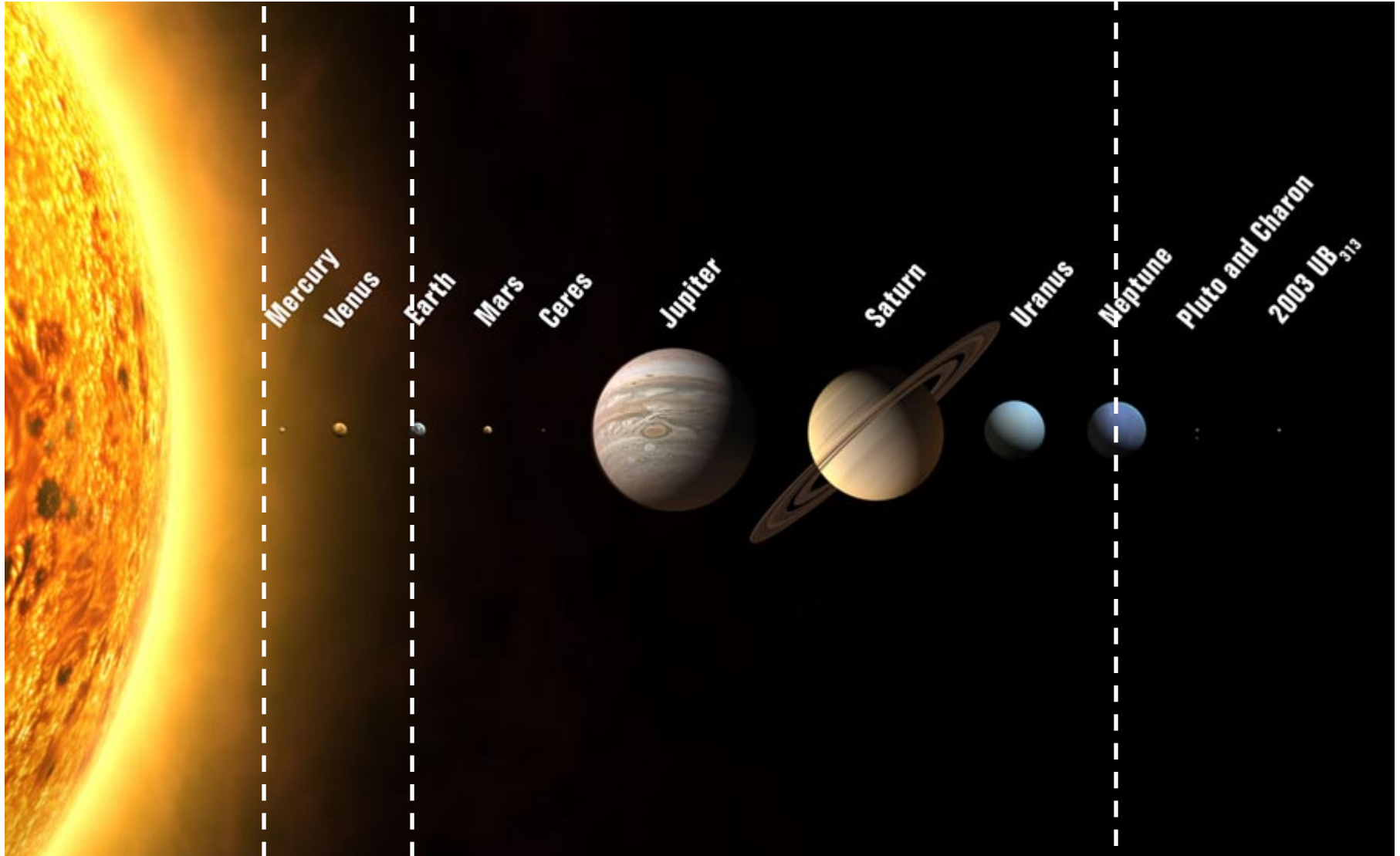
ლექცია 3

მზის სისტემა, პლანეტები,
პლანეტების წარმოშობა

წინა ლექციაში

- კეპლერის კანონები
- გალილეის დაკვირვებები
- ნიუტონის კანონები
- ნიუტონის სამყარო

მზის სისტემის პლანეტები



პლანეტების სახელები

ისტორიული სახელები:

მერკური – კომერციის და მოგზაურობის ღმერთი
(ყველაზე სწრაფად მოძრავი პლანეტა)

ვენერა – სიყვარულის და სილამაზის ღმერთი (ცაზე
ლამაზი ტრაექტორია?)

მარსი – ომის ღმერთი (პლანეტის მოწითალო ფერი)

იუპიტერი – მთავარი ღმერთი (ყველაზე დიდი
პლანეტა)

სატურნი – მიწადმოქმედების ღმერთი

ურანი, ნეპტუნი, პლუტო – ტრადიციის გაგრძელება

პლანეტების ტიპები

მზის სისტემა

დედამიწის ტიპის პლანეტები (terrestrial)

(კლდოვანი)

მერკური, ვენერა, დედამიწა, მარსი

გიგანტები

(გაზის, ყინულის)

გაზის გიგანტები:

იუპიტერი, სატურნი;

ყინულის გიგანტები:

ურანი, ნეპტუნი

პლანეტის ტიპები

ფიზიკური მახასიათებლები

Planet	Terrestrial	Giant
ძირითადი ფორმა:	ქვა/მეტალი	გაზი/ყინული
ორბიტები:	0.39–1.52AU	5.2–30AU
ზედ.ტემპერატურა	215– 733K	70–165K
თანამგზავრები:	0–2	13–63
რგოლები:	არა	კი

ტიციუს–ბოდეს წესი

მანძილი პლანეტებამდე:

$$R = 4 + n;$$

$$n = 3, 6, 12, 24, \dots$$

მომდევნო ორბიტაზე n ორმაგდება

ასტრონომიულ ერთეულებში

$$R = 0.4 + 0.3 \times 2^{(n-1)}$$

$$n = (-\infty, 0, 1, 2, 3, \dots)$$

$$N=2, R=1\text{AU}$$

წესი თუ კანონი?

მანძილები

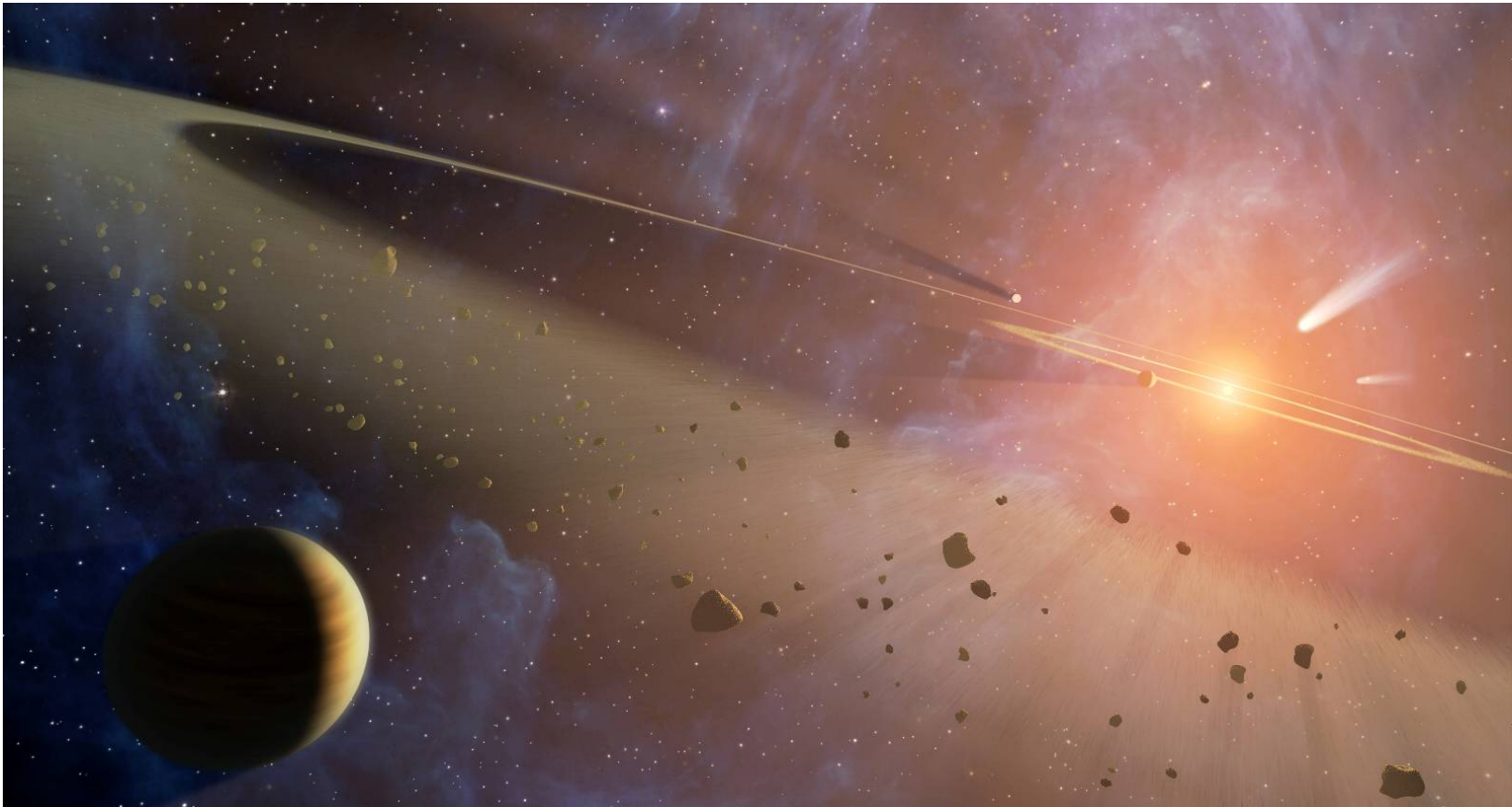
პლანეტა	ტიციუს–ბოდე		რეალური
მერკური	$(0.4+0.3 \times 2^0)$	0.4	0.39
ვენერა	$(0.4+0.3 \times 2^1)$	0.7	0.72
დედამიწა	$(0.4+0.3 \times 2^2)$	1	1
მარსი	$(0.4+0.3 \times 2^3)$	1.6	1.52
?(ცერესი)	$(0.4+0.3 \times 2^4)$	2.8	2.77
იუპიტერი	$(0.4+0.3 \times 2^5)$	5.2	5.2
სატურნი	$(0.4+0.3 \times 2^6)$	10	9.58
ურანი	$(0.4+0.3 \times 2^7)$	19.6	19.2
ნეპტუნი	$(0.4+0.3 \times 2^8)$	38.8	30.05

ასტეროიდების სარტყელი

ტიციუს–ბოდეს რადიუსი: 2.7AU

პირველი ობიექტი: ცერესი (1801) ჯუჯა პლანეტა

რადიუსი: 487 კმ



ასტეროიდების სარტყელი

“მზის სისტემის ძირითადი სარტყელი”

100+ კმ რადიუსი: 200 ობიექტი

1+ კმ რადიუსი: 0.7–1.7 მილიონი ობიექტი

ყველაზე დიდი ობიექტები:

Ceres, 4 Vesta, 2 Pallas, 10 Hygiea

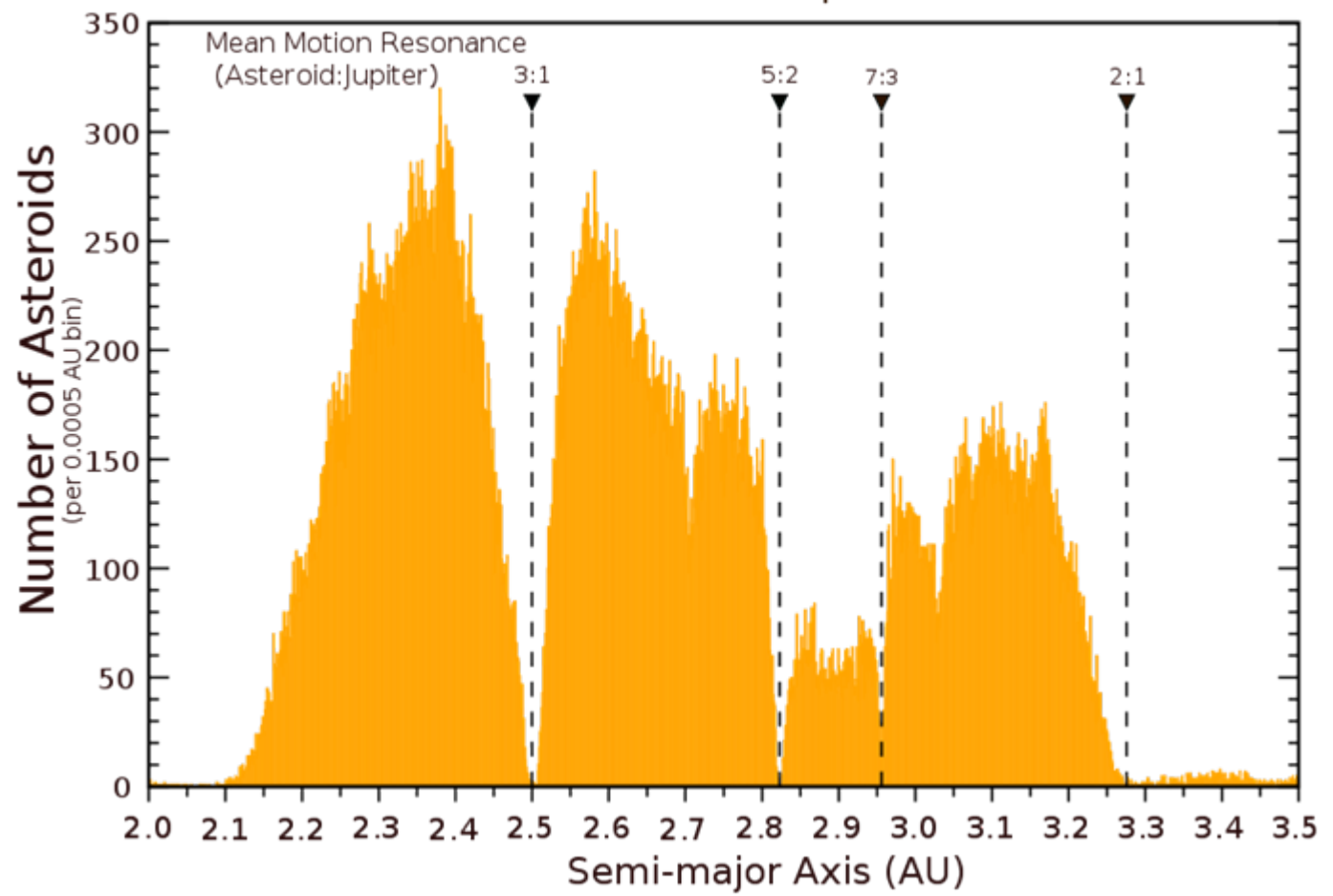
ცერესი: 2.7AU

მასათა ცენტრი: 2.8AU

ასტეროიდების სარტყელი

კირკუდის
რღვეულები

Asteroid Main-Belt Distribution Kirkwood Gaps



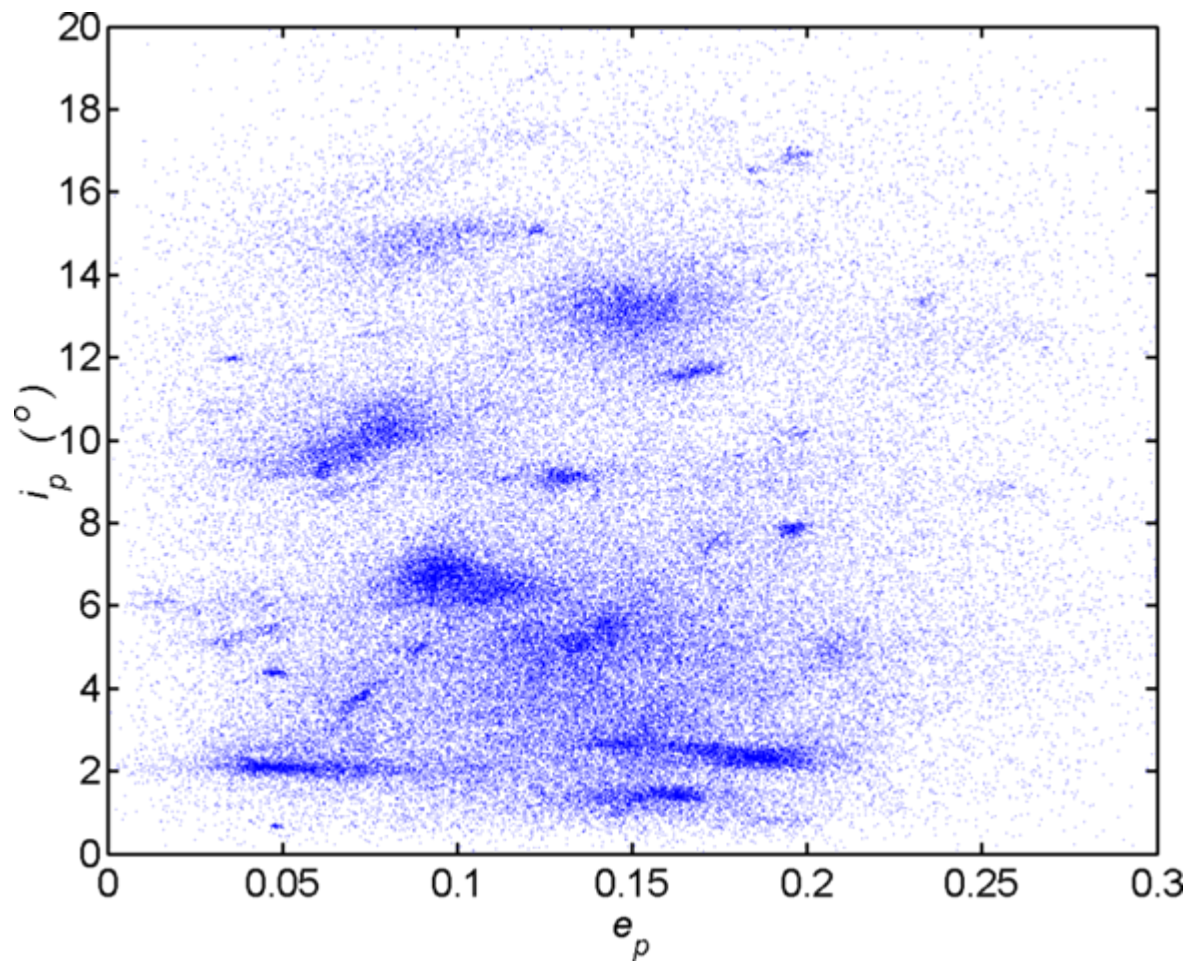
ასტეროიდების სარტყელი

ოჯახები ძირითად სარტყელში

ფლორა, ეუნომა,
კორონისი, ეოსი,
...

20–30 ჯგუფი

ორბიტის დახრა/
ექსცენტრისიტეტი



პლანეტები: მერკური

ნახევარღერძი:

0.387AU

ექსცენტრისიტეტი:

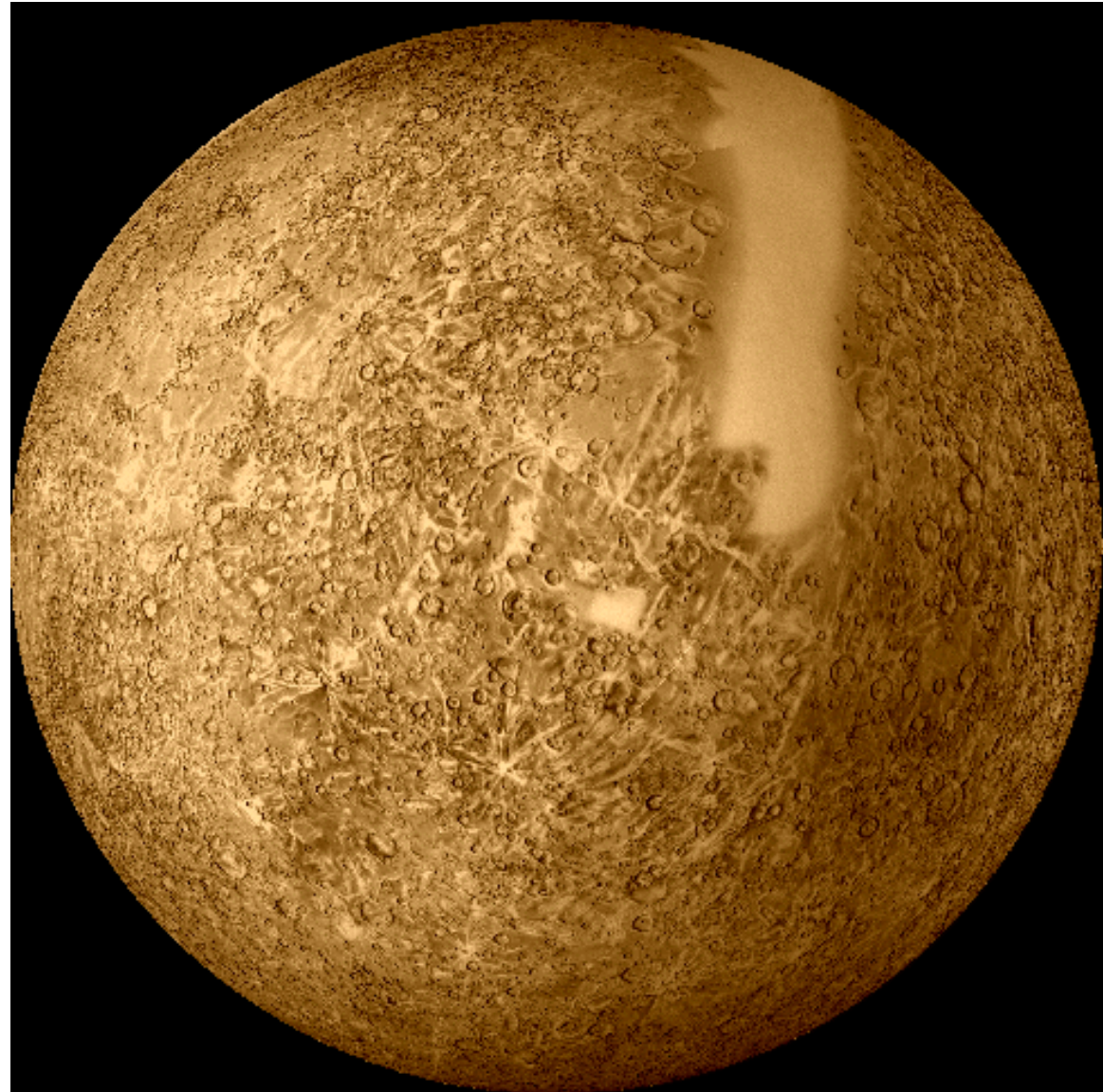
0.2

პერიოდი:

88 დღე

დახრის კუთხე

7 გრადუსი



პლანეტები: მერკური

მეტალი: 70%

სილიციუმი: 30%

ზედაპირული ტემპერატურები:

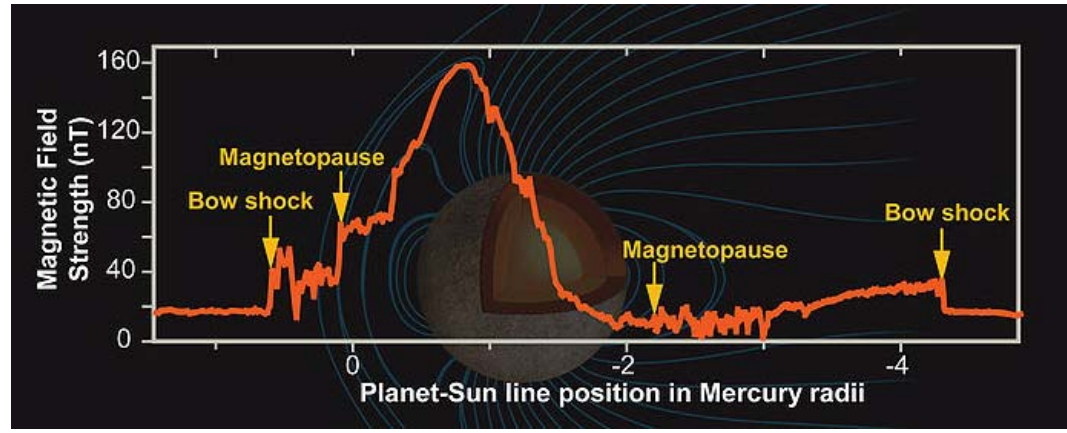
საშუალო: 67 °C

მაქსიმალური: 427 °C

ატმოსფერო: არამდგრადი ზედაპირული ფენა

მაგნიტური ველი:

მაგნიტოსფერო



პლანეტები: ვენერა

ნახევარღერძი:

0.723AU

ექსცენტრისიტეტი:

0.0068

პერიოდი:

224.7 დღე

დახრის კუთხე

3.39 გრადუსი

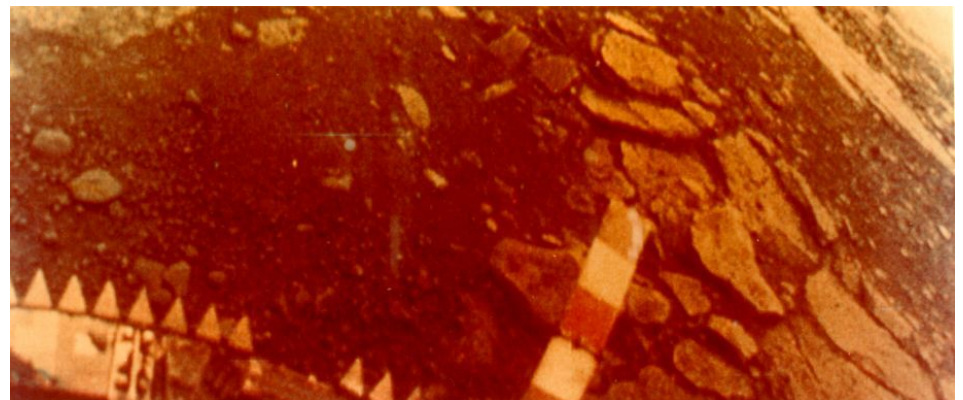


პლანეტები: ვენერა

ზედაპირული ტემპერატურები:
მაქსიმალური: 460 °C

ატმოსფერო: (CO₂) ღრუბლები; კლიმატი;

მაგნიტური ველი: არა



პლანეტები: მარსი

ნახევარღერძი:

1.523 AU

ექსცენტრისიტეტი:

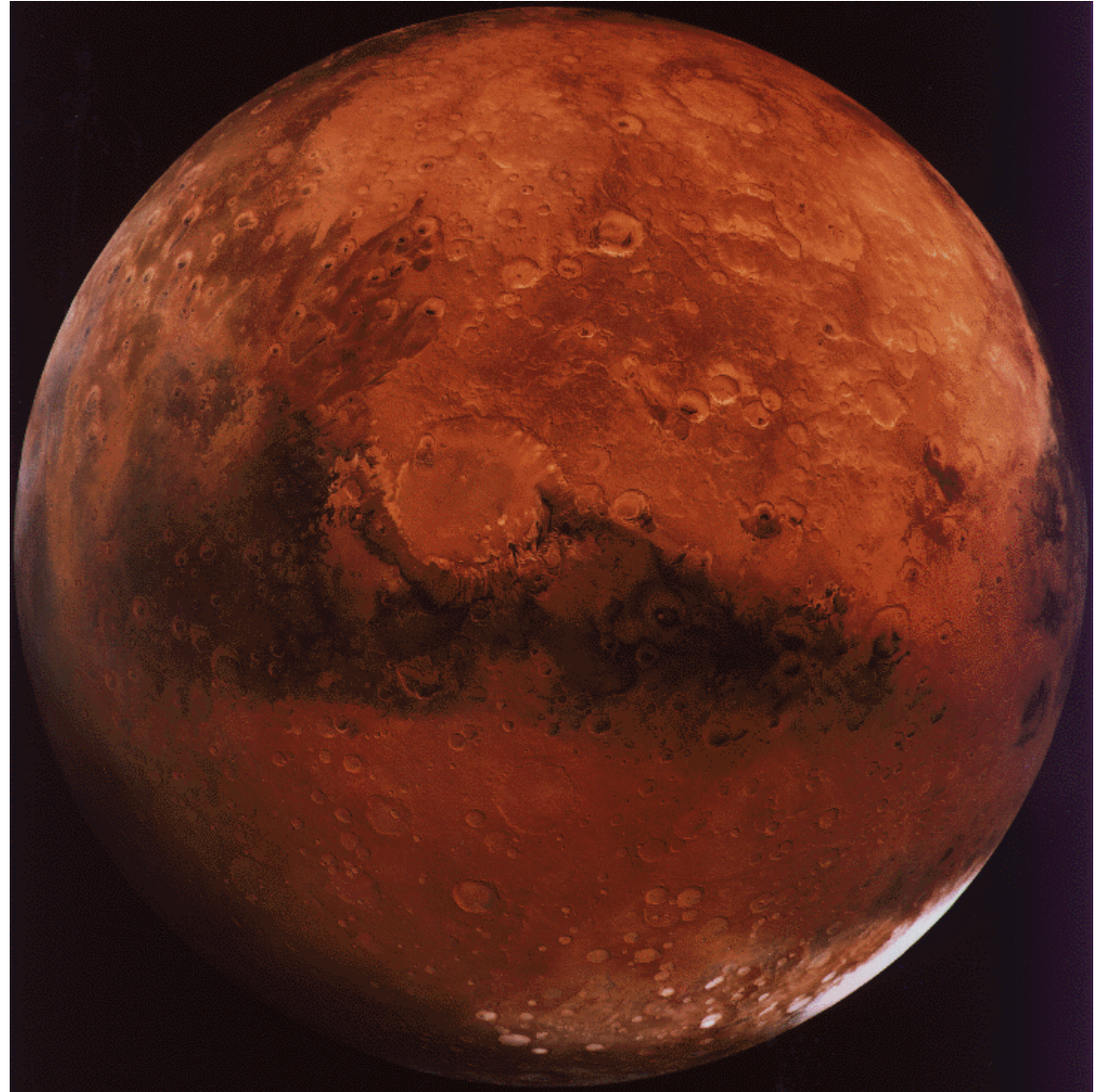
0.093

პერიოდი:

686.9 დღე

დახრის კუთხე

1.85 გრადუსი

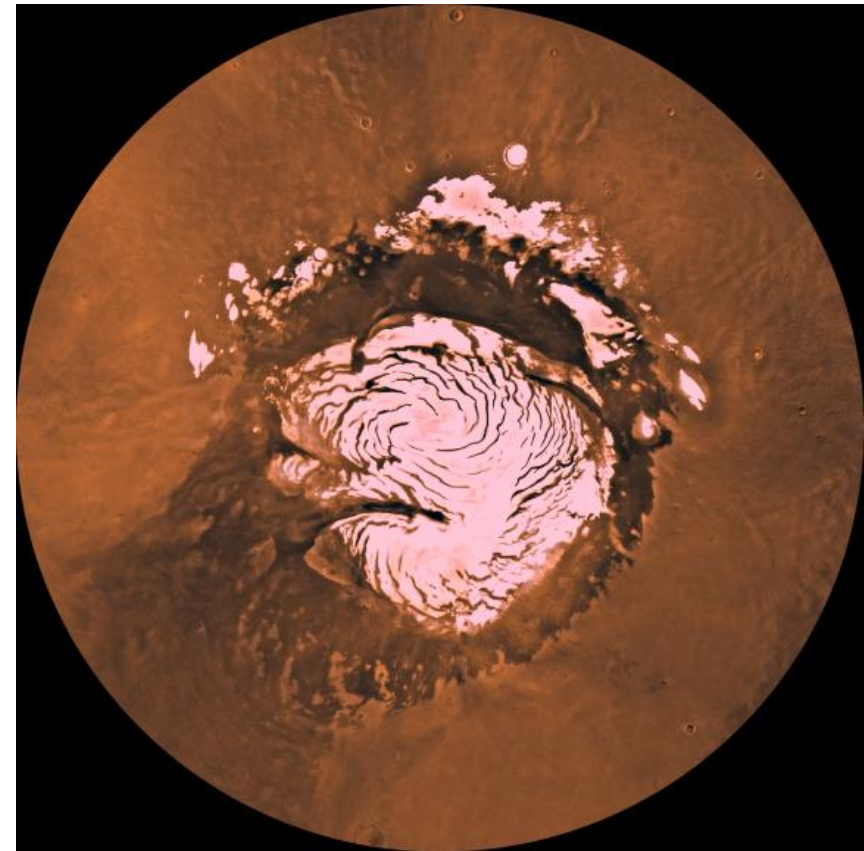


პლანეტები: მარსი

ზედაპირული ტემპერატურები:
საშუალო: $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$

მაგნიტური ველი:
არა (წარსულში?)

ატმოსფერო: CO_2
პოლარული ყინულები
("მშრალი ყინული")



პლანეტები: იუპიტერი

გაზის გიგანტი

მასა: 317.8 დედამიწა

ნახევარღერძი:

5.2 AU

ექსცენტრისიტეტი:

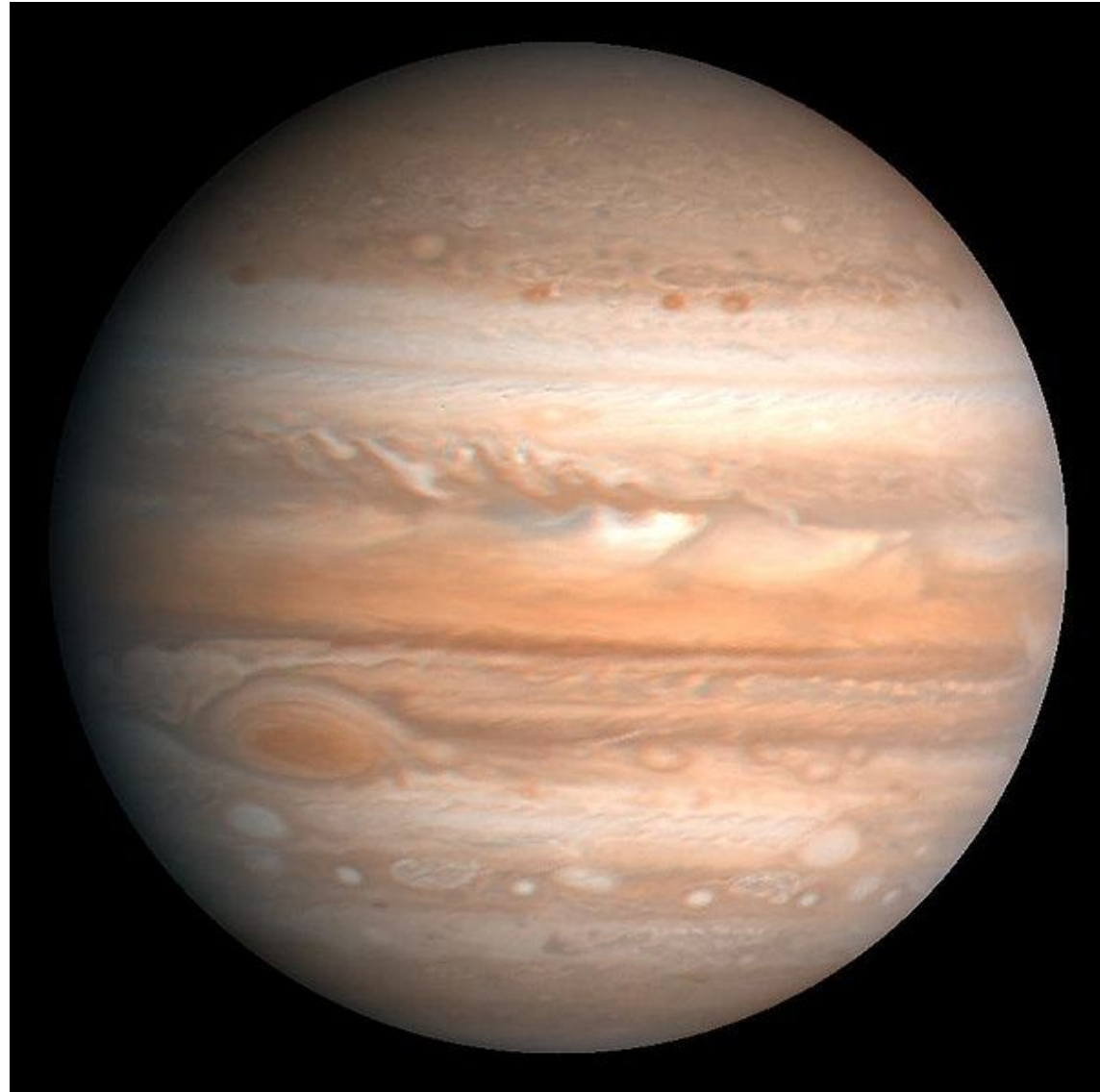
0.048

პერიოდი:

4 331 დღე

დახრის კუთხე

1.3 გრადუსი

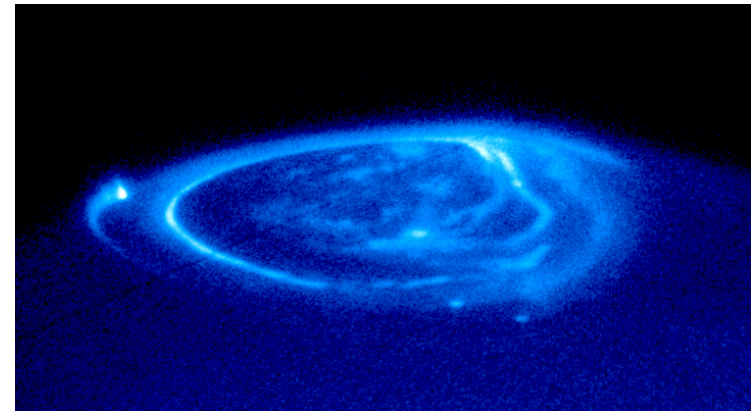


პლანეტები: იუპიტერი

ზედაპირული ტემპერატურები:
საშუალო: $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$

მაგნიტური ველი:
დედამიწაზე 14-ჯერ ძლიერი

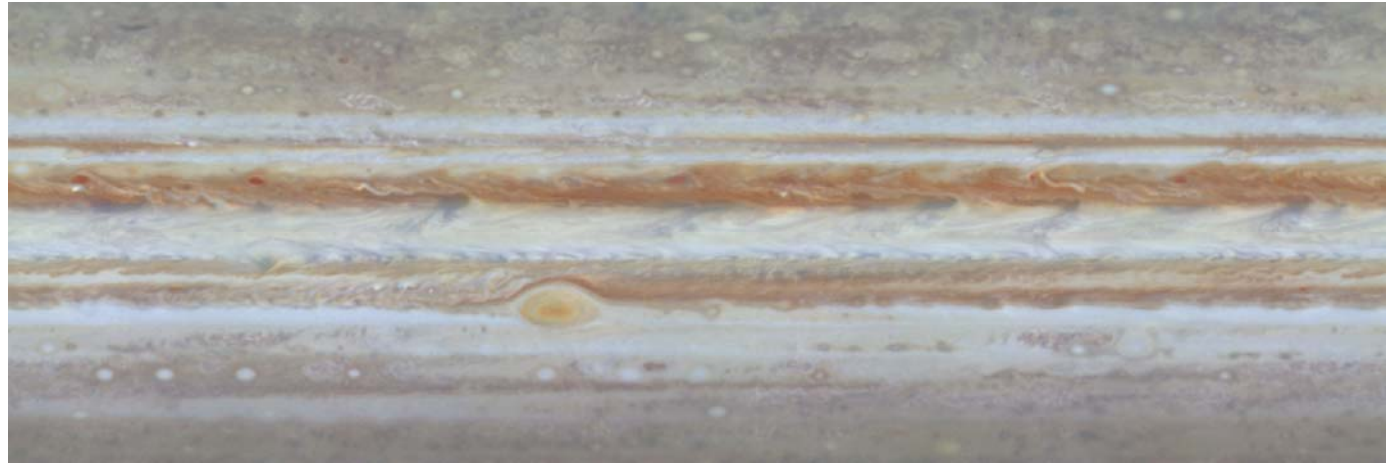
ატმოსფერო: H_2 , He
“დიდი წითელი ლაქა”
(ატმოსფერული გრიგალი)



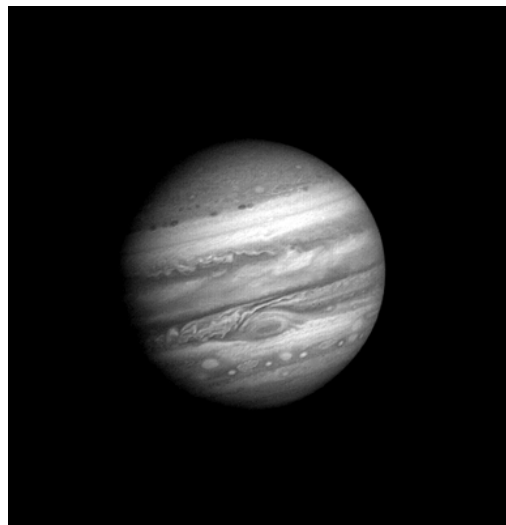
პლანეტები: იუპიტერი

ატმოსფერული დინებები

ზონალური
დინებები



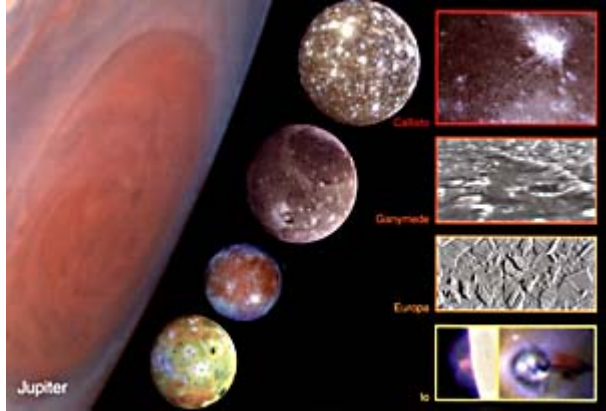
ანტიციკლონური
გრიგალები



პლანეტები: იუპიტერი

თანამგზავრები:

Name	IPA	Diameter		Mass		Orbital radius		Orbital period	
		km	%	kg	%	km	%	days	%
Io	'aɪ.ou	3643	105	8.9×10^{22}	120	421,700	110	1.77	7
Europa	ju'roupe	3122	90	4.8×10^{22}	65	671,034	175	3.55	13
Ganymede	'gænimi : d	5262	150	14.8×10^{22}	200	1,070,412	280	7.15	26
Callisto	kə'listou	4821	140	10.8×10^{22}	150	1,882,709	490	16.69	61



მცირე თანამგზავრების 6 ჯგუფი
 (თემისტები, ჰიმალიები, კარპოები, ანანკები,
 კარმები, პასიფები)

პლანეტები: სატურნი

მასა: 95.1 დედამიწა

ნახევარღერძი:

9.582 AU

ექსცენტრისიტეტი:

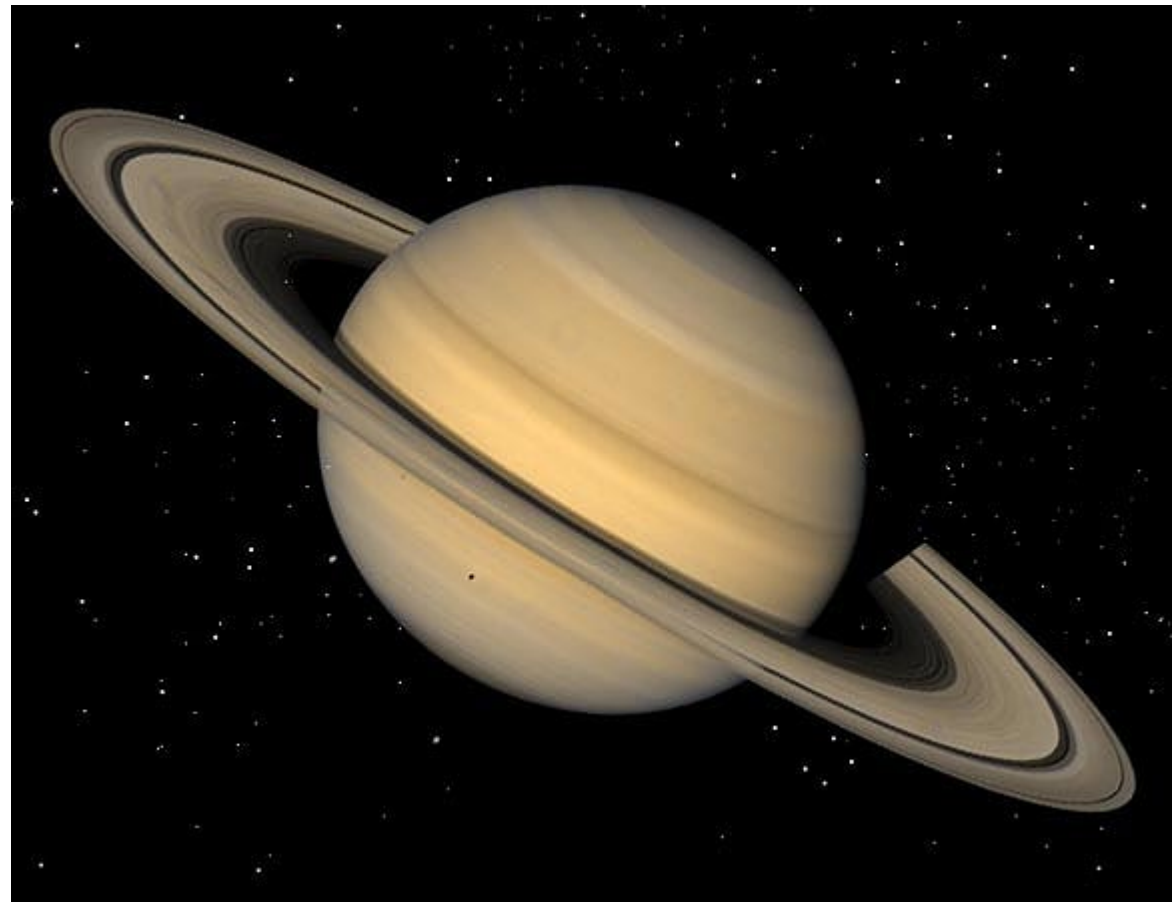
0.055

პერიოდი:

10 759 დღე

დახრის კუთხე

2.48 გრადუსი



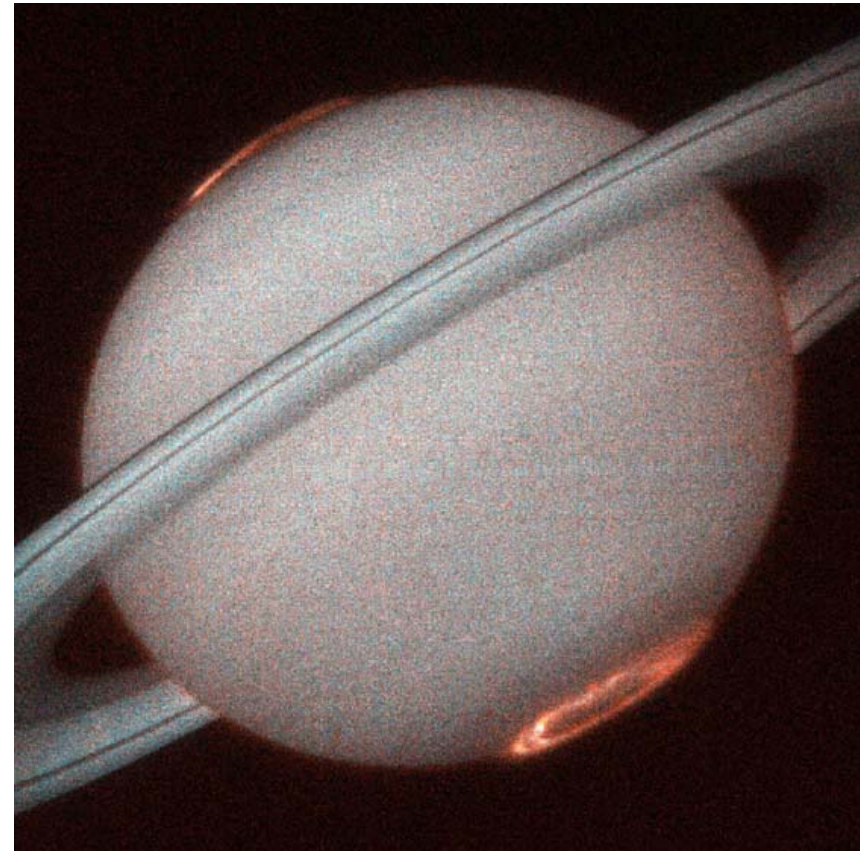
პლანეტები: სატურნი

ზედაპირული ტემპერატურები:
საშუალო: $-139\text{ }^{\circ}\text{C}$

ატმოსფერო: H_2 , He

მაგნიტური ველი:
დედამიწაზე ოდნავ სუსტი

ავრორალური ნათება



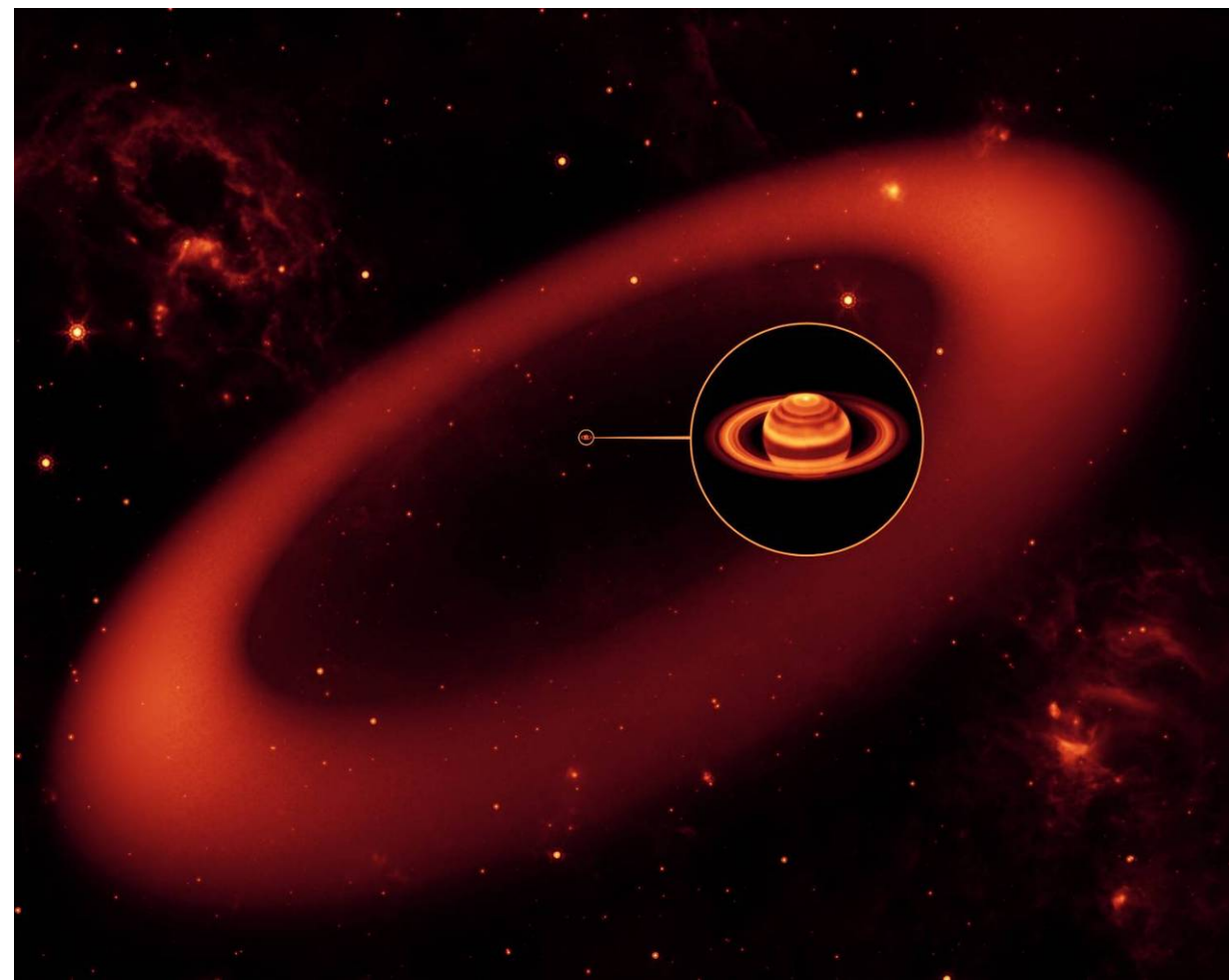
პლანეტები: სატურნი

სატურნის ორბიტა: თანამგზავრები + რგოლები

რგოლები: მცირე ზომის სხეულები და მტვერი (ყინული)

ძირითადი რგოლი

~200 სატურნის რადიუსი:
ფოების რგოლი (2009)



პლანეტები: სატურნი

თანამგზავრები:

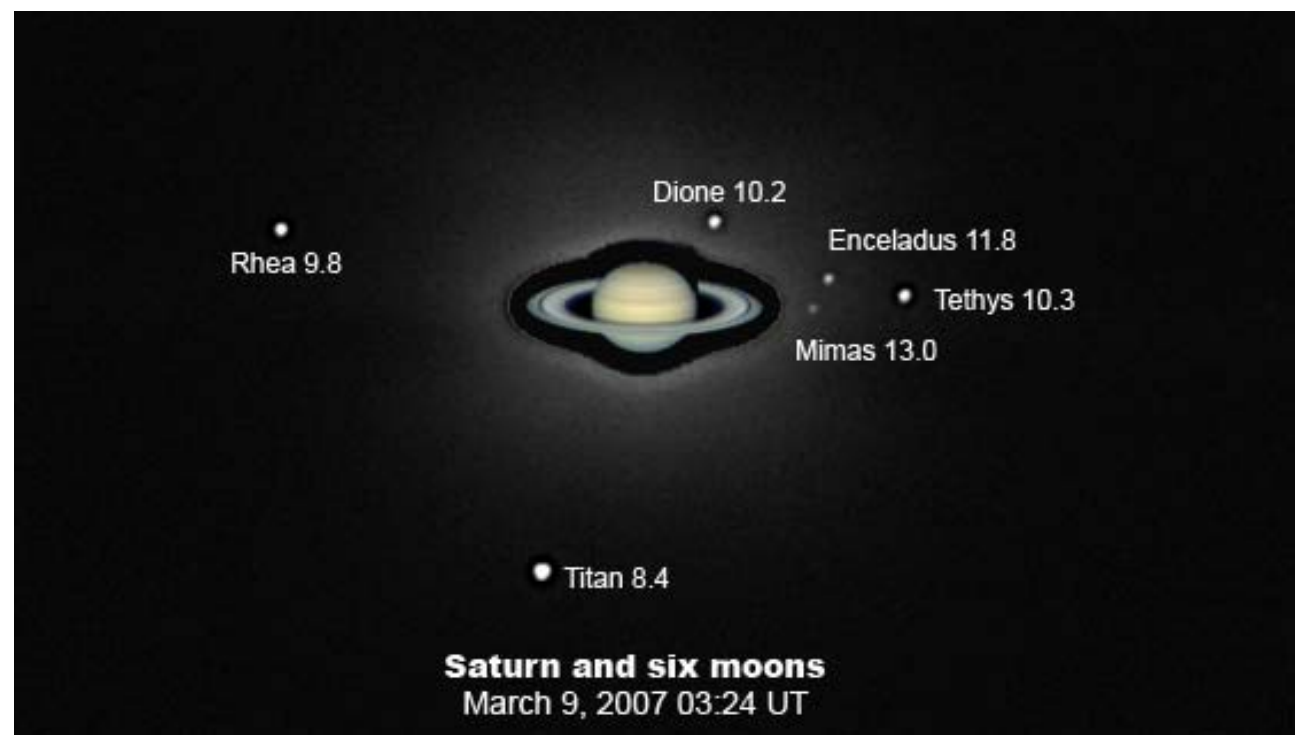
ტიტანი (titan)

თანამგზავრების საერთო მასის 90%

რეა (Rhea)

60 სხვა

თანამგზავრი



პლანეტები: ურანი

მასა: 14.5 დედამიწა

ნახევარღერძი:

19.23 AU

ექსცენტრისიტეტი:

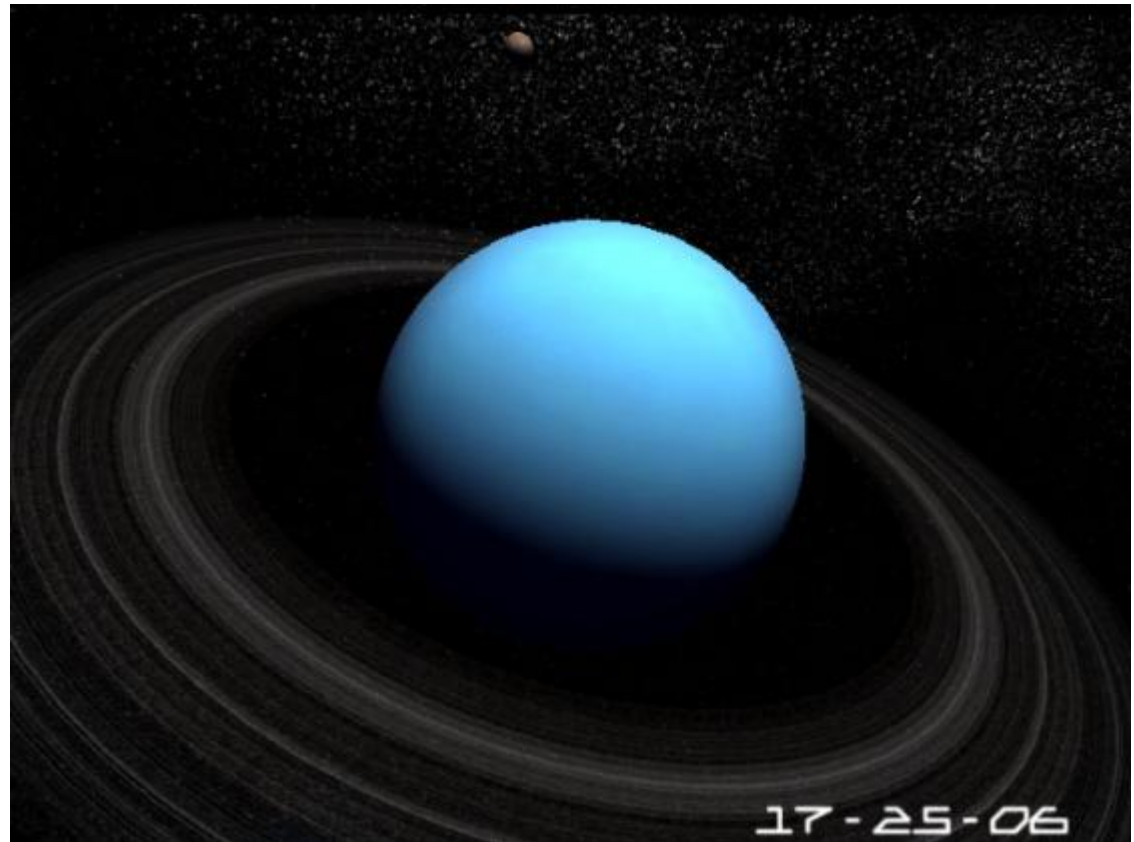
0.044

პერიოდი:

30 799 დღე

დახრის კუთხე

0.77 გრადუსი



პლანეტები: ურანი

ზედაპირული ტემპერატურები:

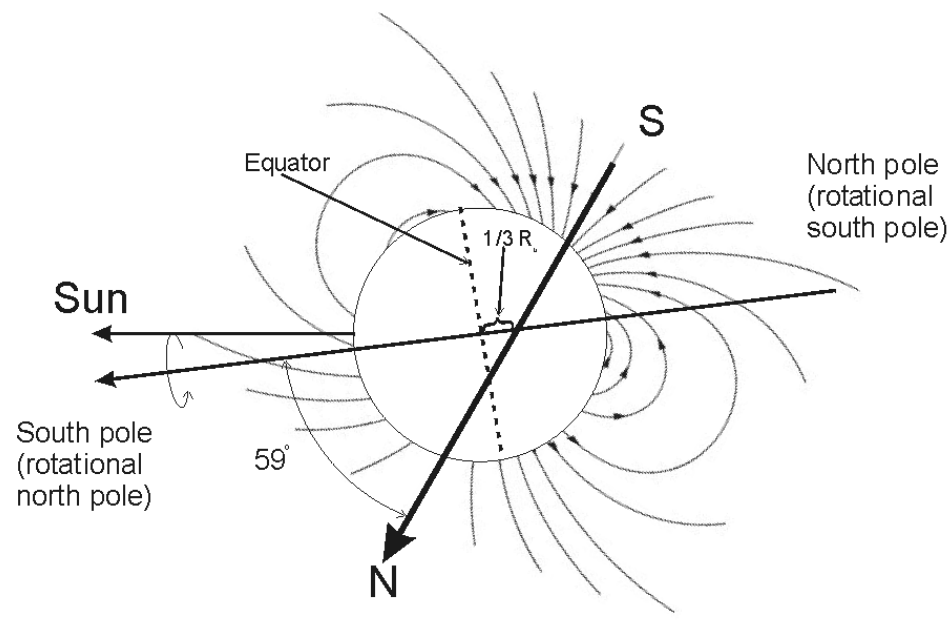
საშუალო: $-197\text{ }^{\circ}\text{C}$

შემადგენლობა: H_2 , He ,

მაგნიტური ველი:

ბრუნვის დროიდან

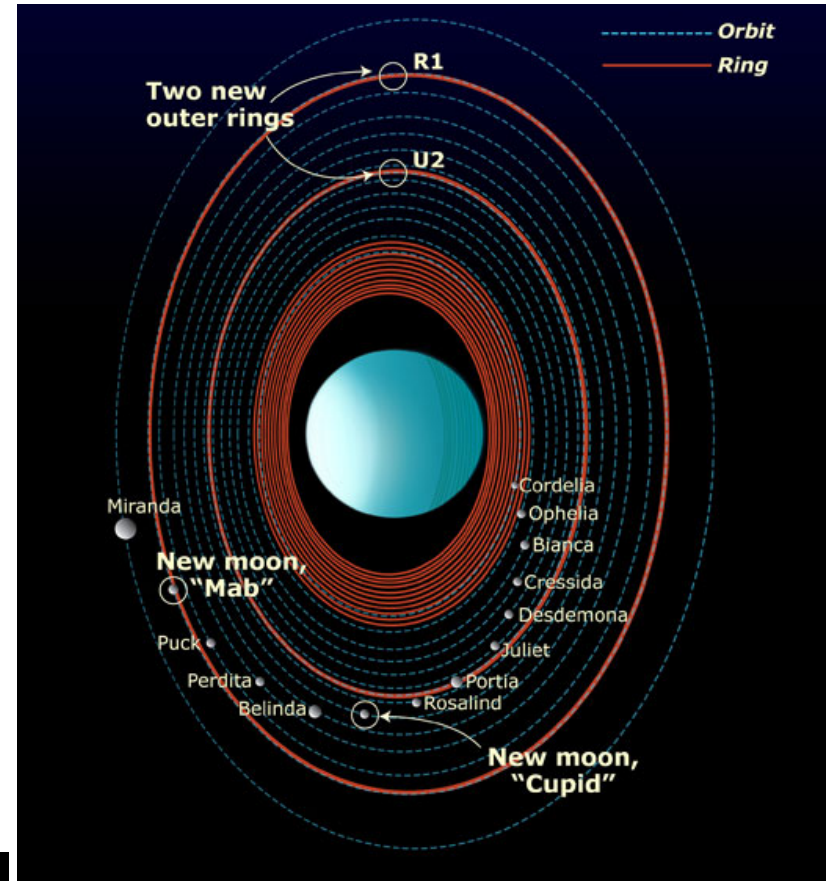
გადახრა: 59 გრადუსი



პლანეტები: ურანი

თანამგზავრები: 27

Miranda, Ariel, Umbriel,
Titania, Oberon



პლანეტები: ნეპტუნი

მასა: 17 დედამიწა

ნახევარღერძი:

30 AU

ექსცენტრისიტეტი:

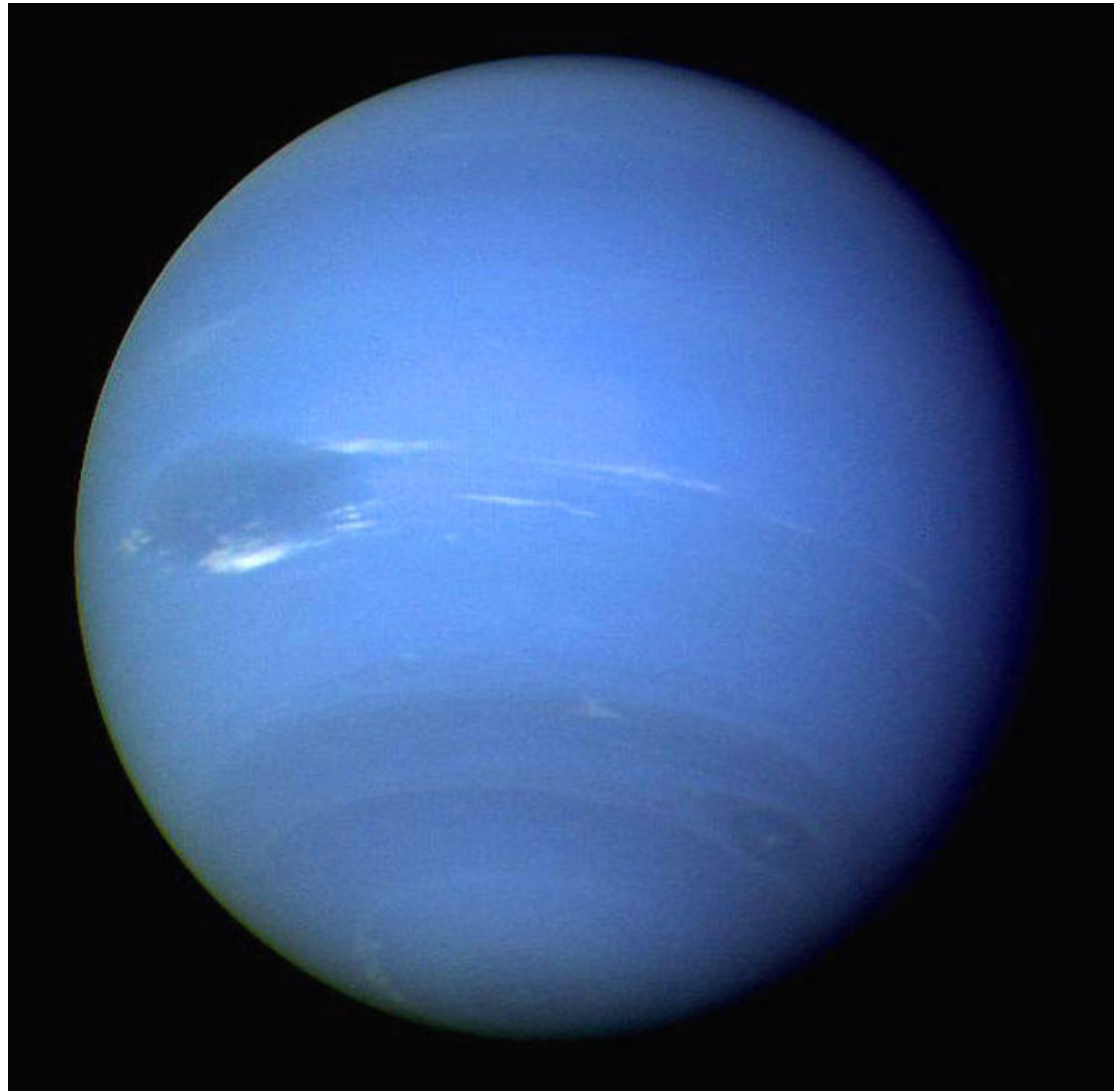
0.011

პერიოდი:

60 190 დღე

დახრის კუთხე

1.767 გრადუსი



პლანეტები: ნეპტუნი

ზედაპირული ტემპერატურები:

საშუალო: $-201\text{ }^{\circ}\text{C}$ (72K)

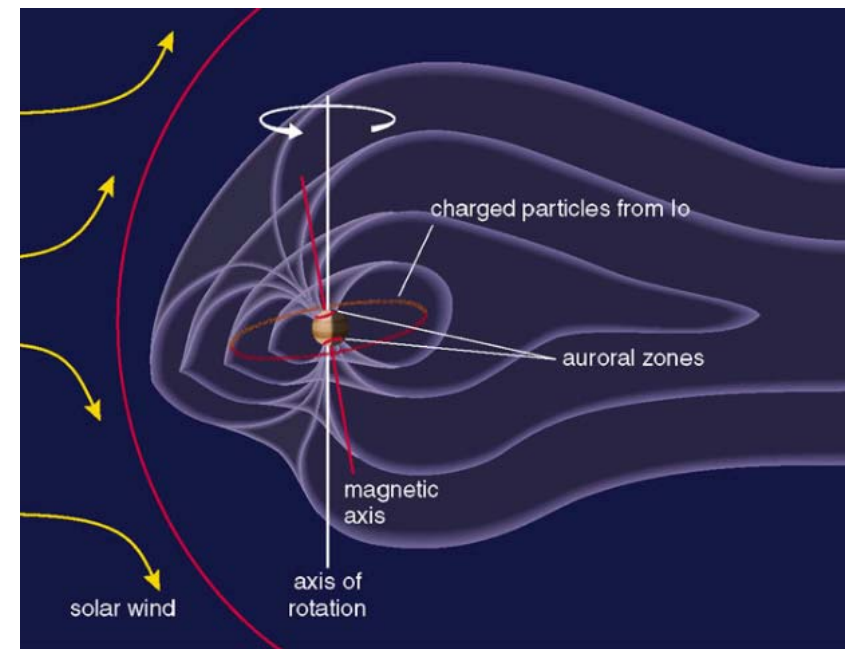
შემადგენლობა: H_2 , He,

მაგნიტური ველი:

ბრუნვის ღერძიდან

გადახრა: 47 გრადუსი

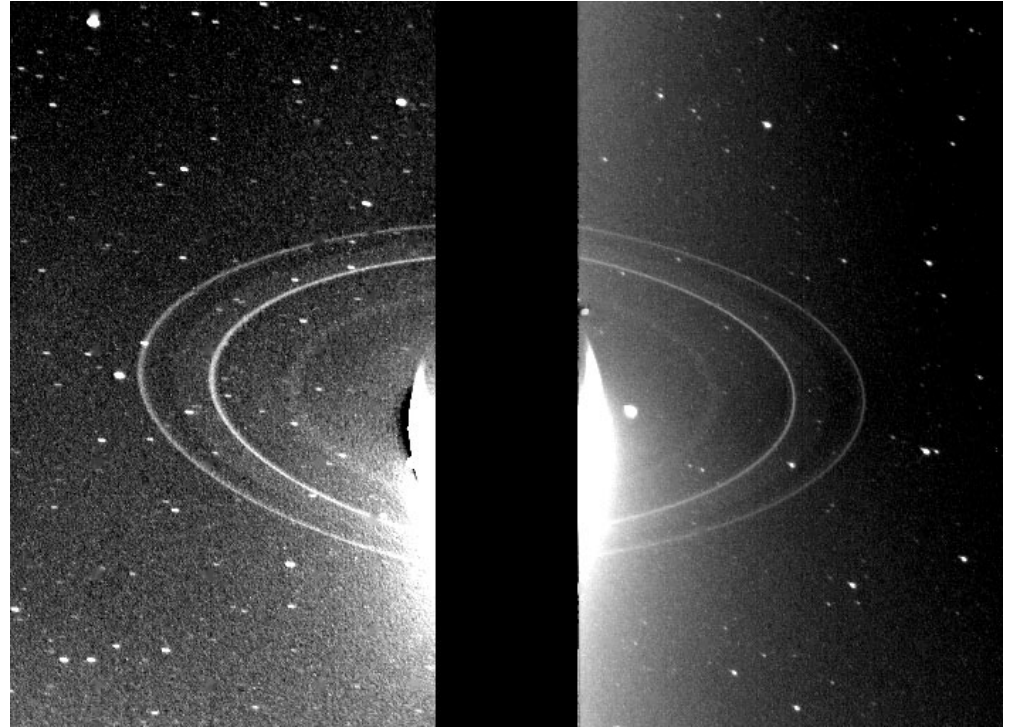
კვადრუპოლური მომენტი



პლანეტები: ნეპტუნი

თანამგზავრები
და რგოლები

თანამგზავრები: 13



ტრიტონი: რეტროგრადული ორბიტა

ჩაჭერილი ობიექტი?

ნეპტუნს გარე სხეულები: პლუტონი

(trans-Neptunian objects)

ჯუჯა-პლანეტა

მასა: 0.002 დედამიწა

ნახევარღერძი:

39.4 AU

ექსცენტრისიტეტი:

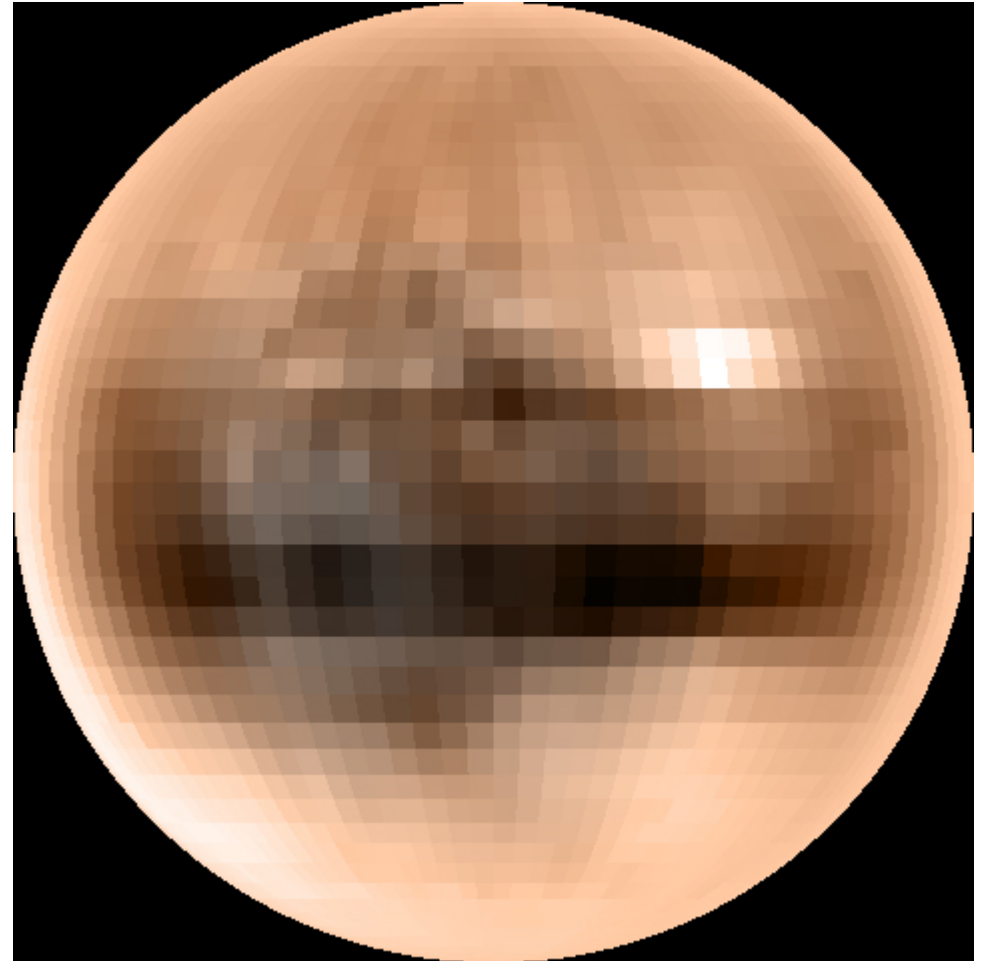
0.248

პერიოდი:

60 613 დღე

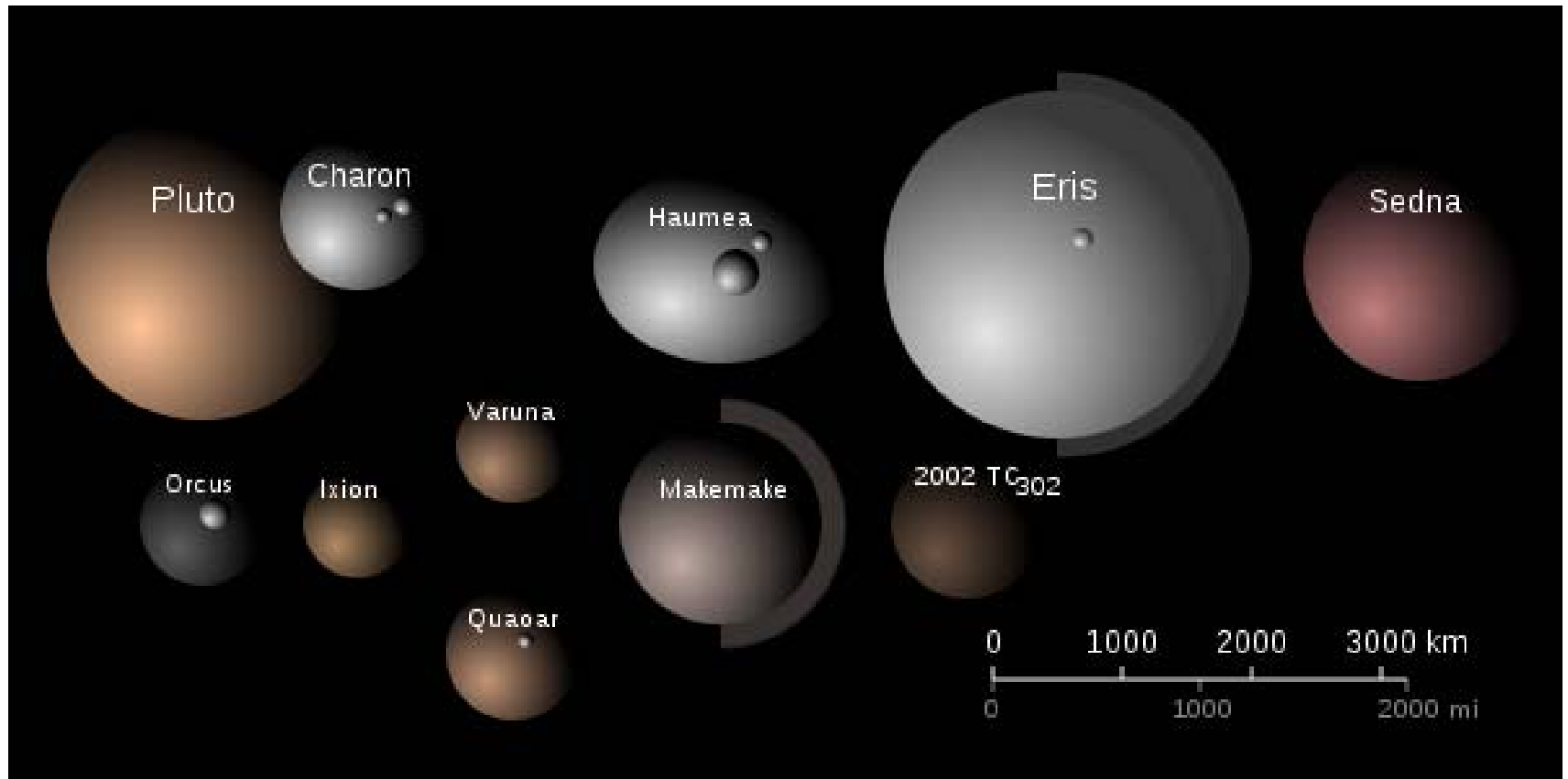
დახრის კუთხე

17.14 გრადუსი



ნეპტუნს გარე სხეულები

ჯუჯა პლანეტების ოჯახი:
პლუტონი, ერისი, ხარონი



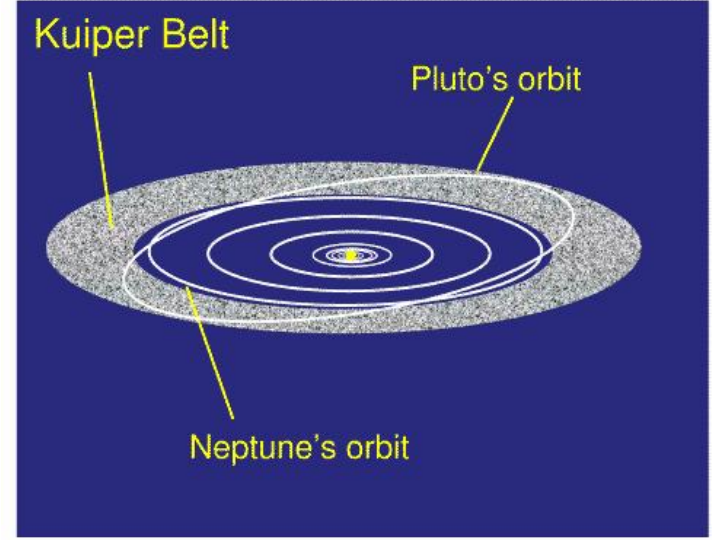
კოიპერის სარტყელი

კოიპერის სარტყელი

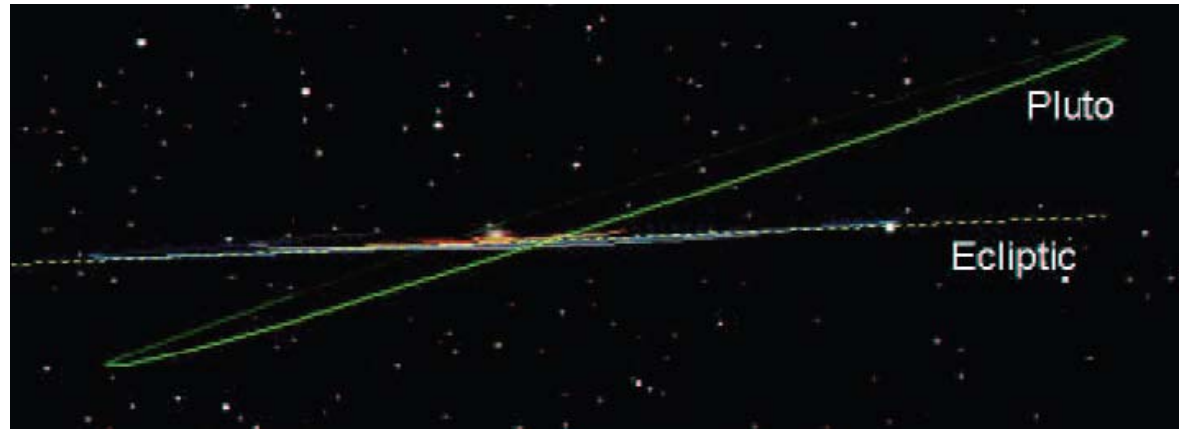
(Kuiper belt)

ობიექტების

რაოდენობა: $>10^6$



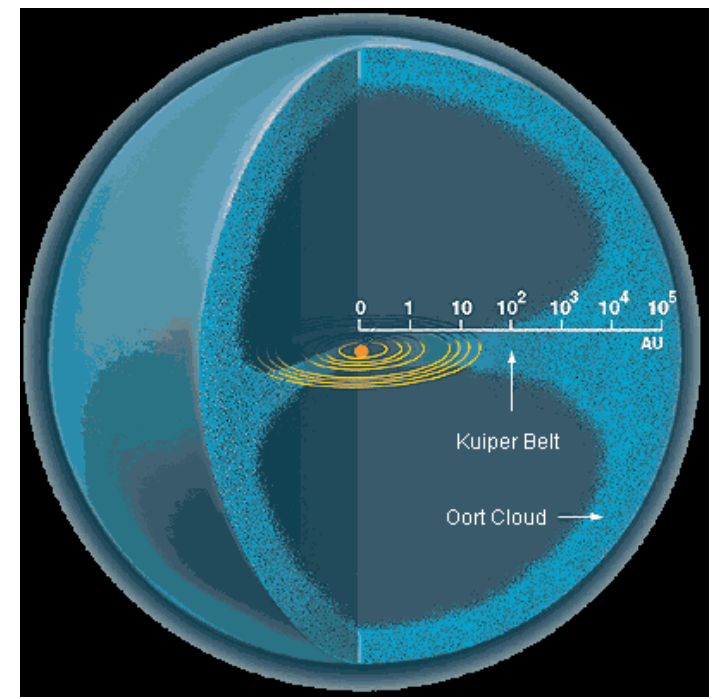
ეკლიპტიკიდან დახრილი / ექსცენტრული



ოორტის ღრუბელი

კომეტები
გაწელილი ექსცენტრული
ორბიტები

სფერული ღრუბელი? >> 100AU



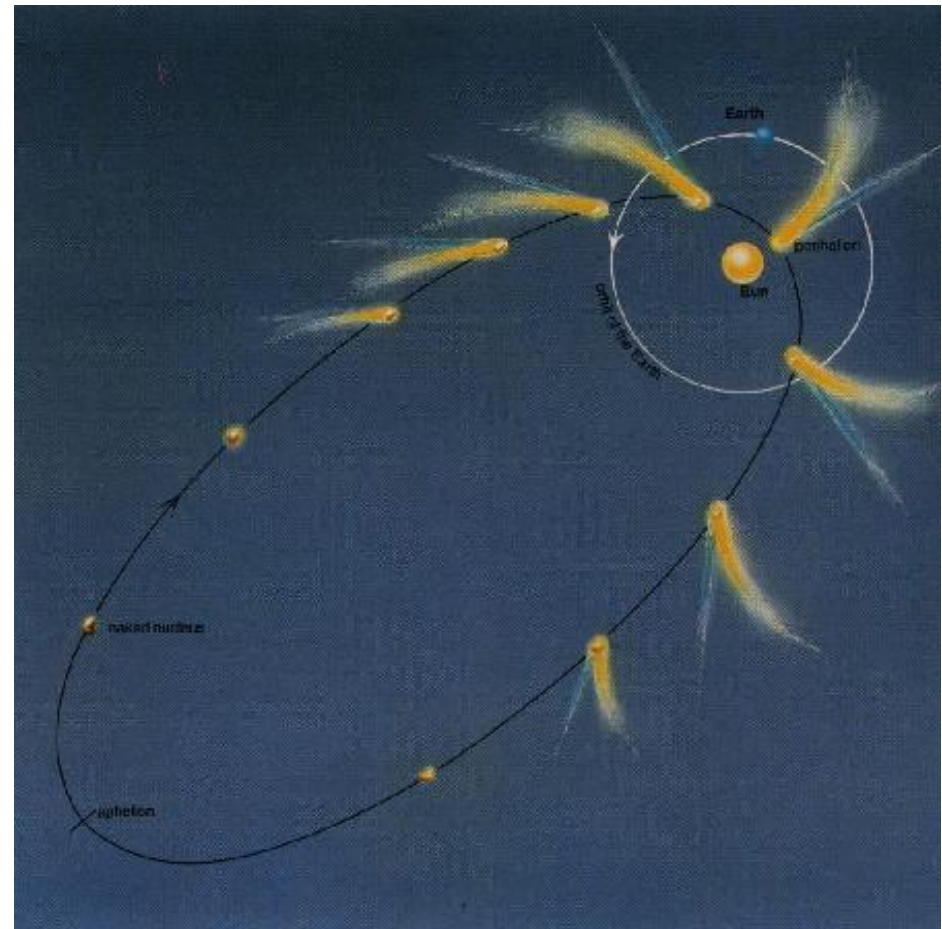
კომეტის კუდი: მზის ქარის მიმართულება



კომეტები

დამზერა: მზესთან ახლოს

კუდის მიმართულება:
მზის ქარი



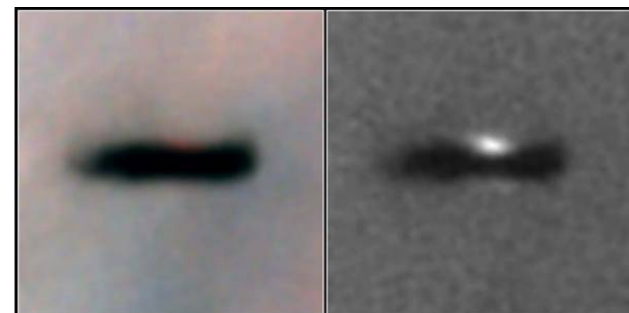
პლანეტების ფორმირება

- საწყისი სფერული ღრუბელის შეკუმშვა თვითგრავიტაციის გამო და პროტოპლანეტური დისკის ფორმირება
- პლანეტების ჩანასახების ფორმირება
- ნარჩენი გაზის პლანეტებზე დალექვა (აკრეცია)

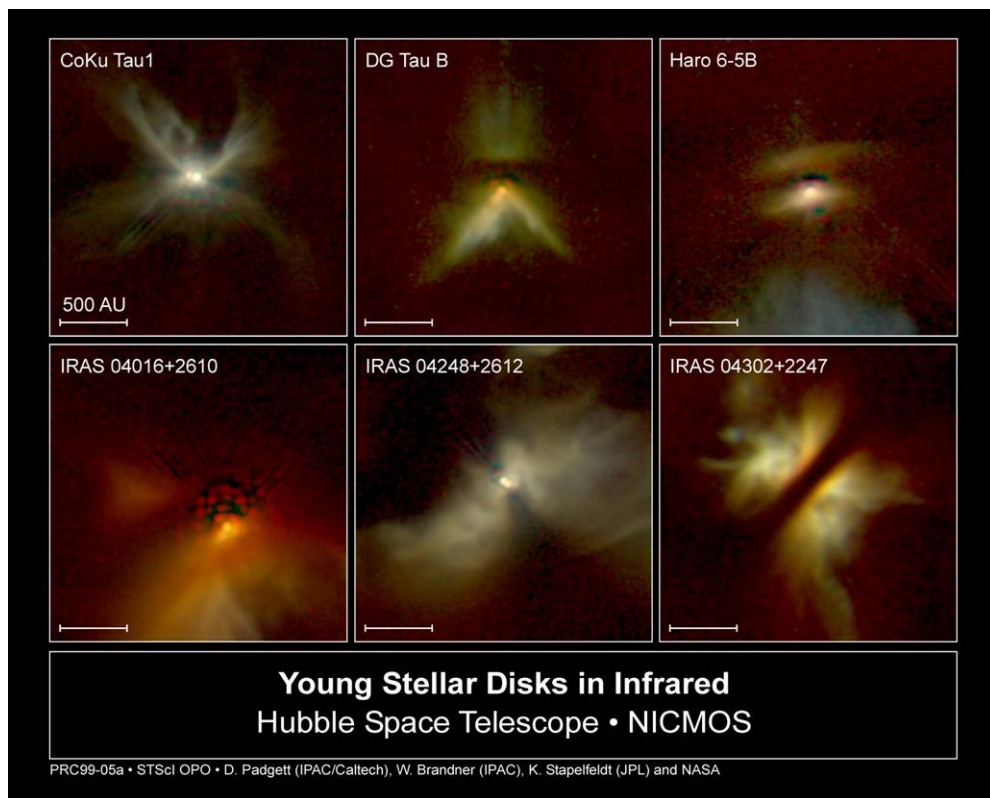


პროტოპლანეტარული დისკები

პლანეტების წარმოშობის არეები

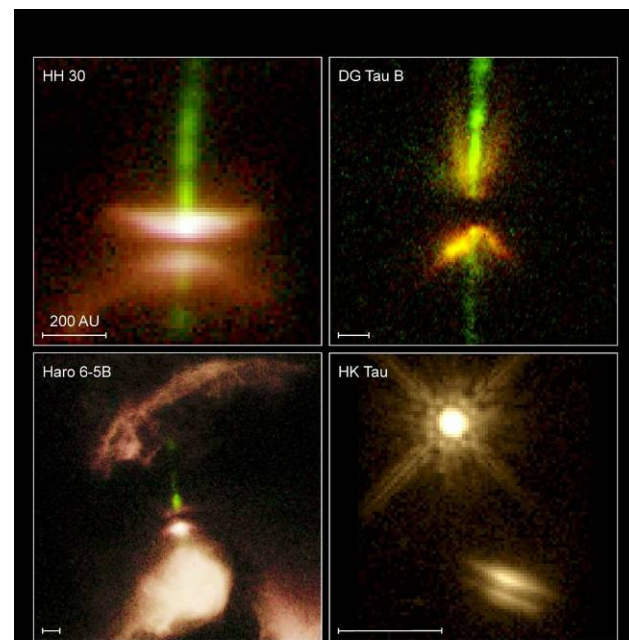


Edge-On Protoplanetary Disk
Orion Nebula
HST • WFPC2
PRC95-45c • ST ScI OPO • November 20, 1995
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA



Young Stellar Disks in Infrared
Hubble Space Telescope • NICMOS

PRC99-05a • STScI OPO • D. Padgett (IPAC/Caltech), W. Brandner (IPAC), K. Stapelfeldt (JPL) and NASA

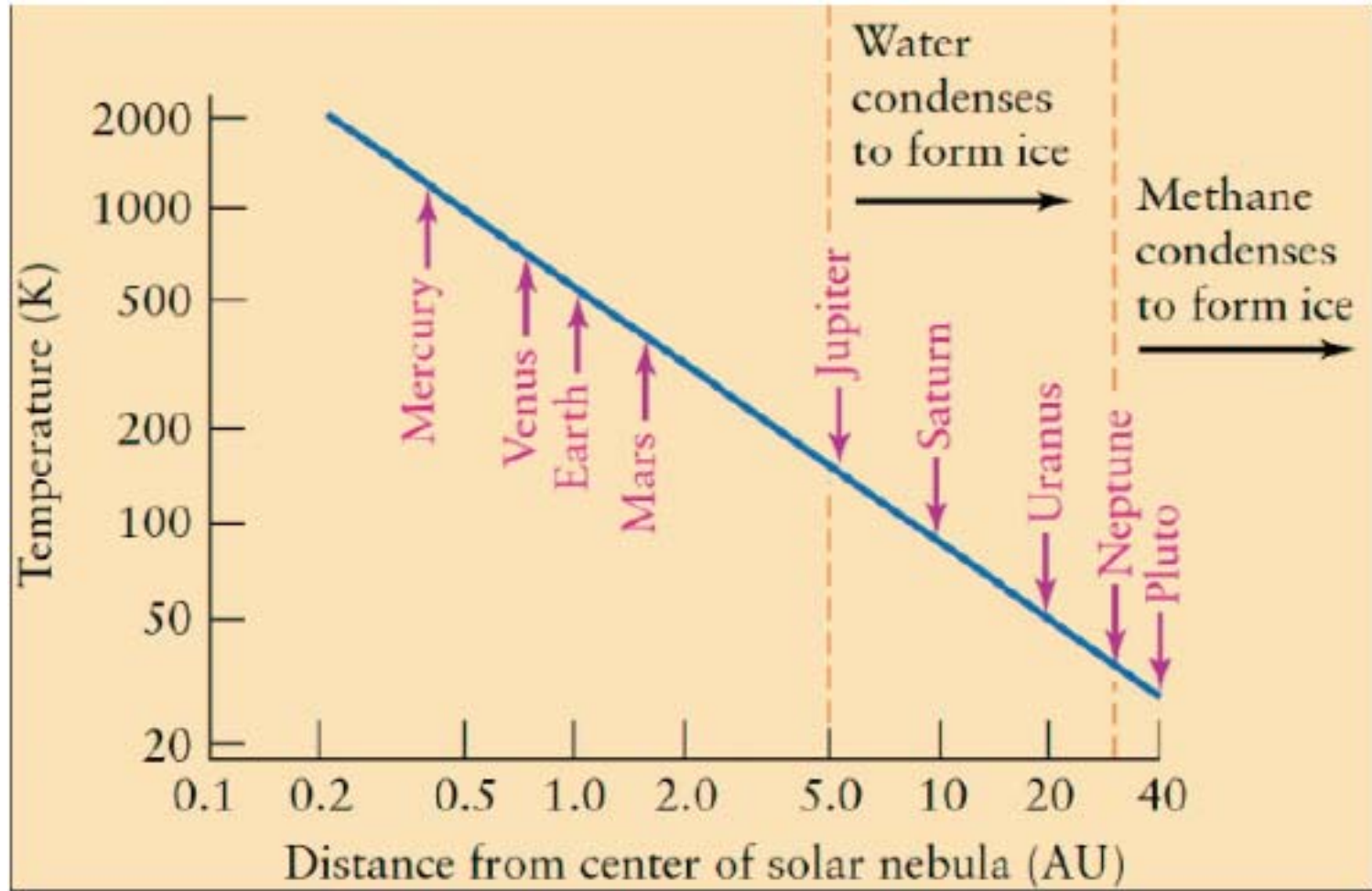


Disks around Young Stars
Hubble Space Telescope • WFPC2

PRC99-05b • STScI OPO • C. Burrows and J. Krist (STScI), K. Stapelfeldt (JPL) and NASA

პლანეტების ფორმირება

ტემპერატურის განაწილება: პლანეტების ქიმია



არამზიური პლანეტები (exoplanets)

მზის გარე ვარსკვლავების ირგვლივ არსებული პლანეტები

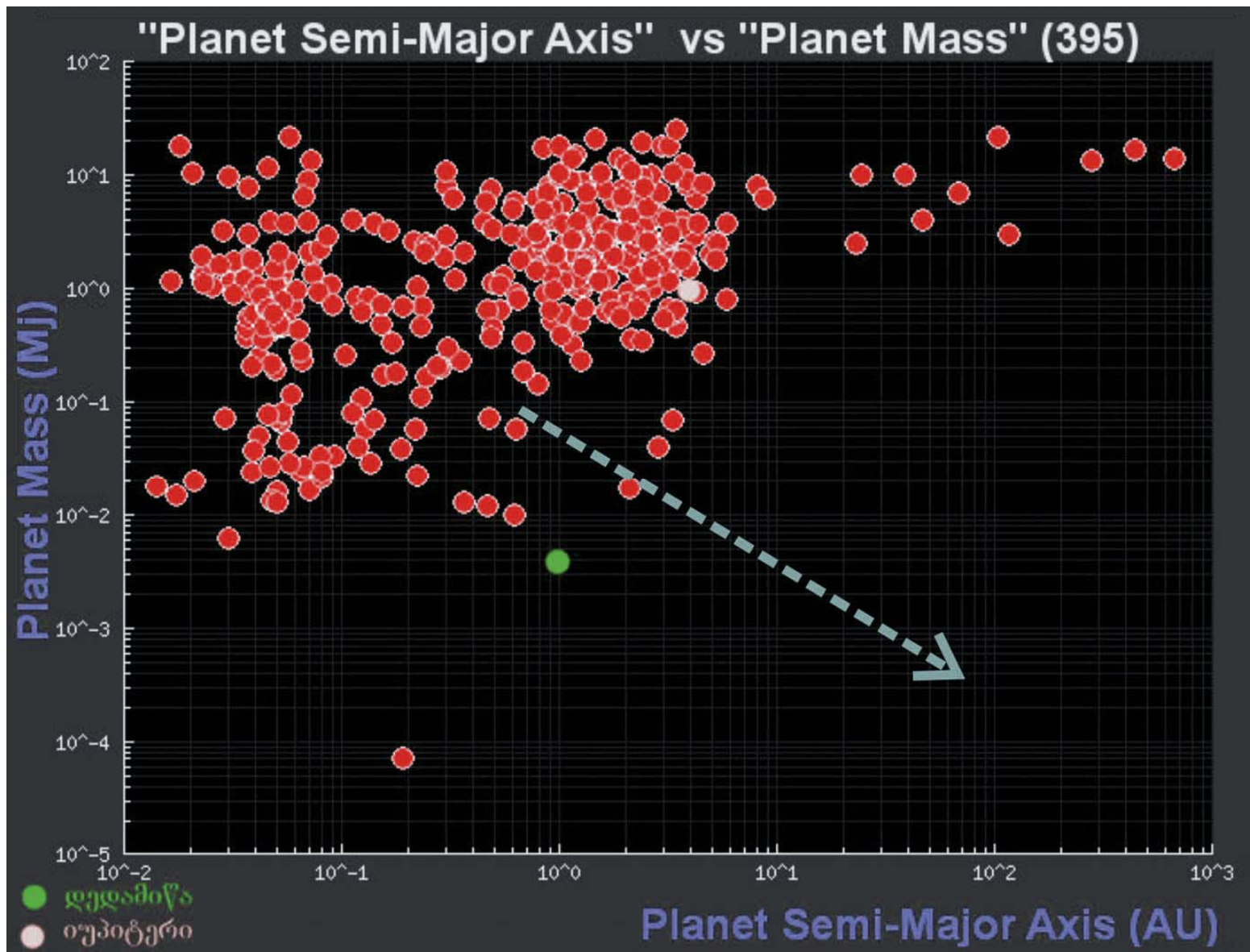
დღეისათვის: 429

გიგანტები

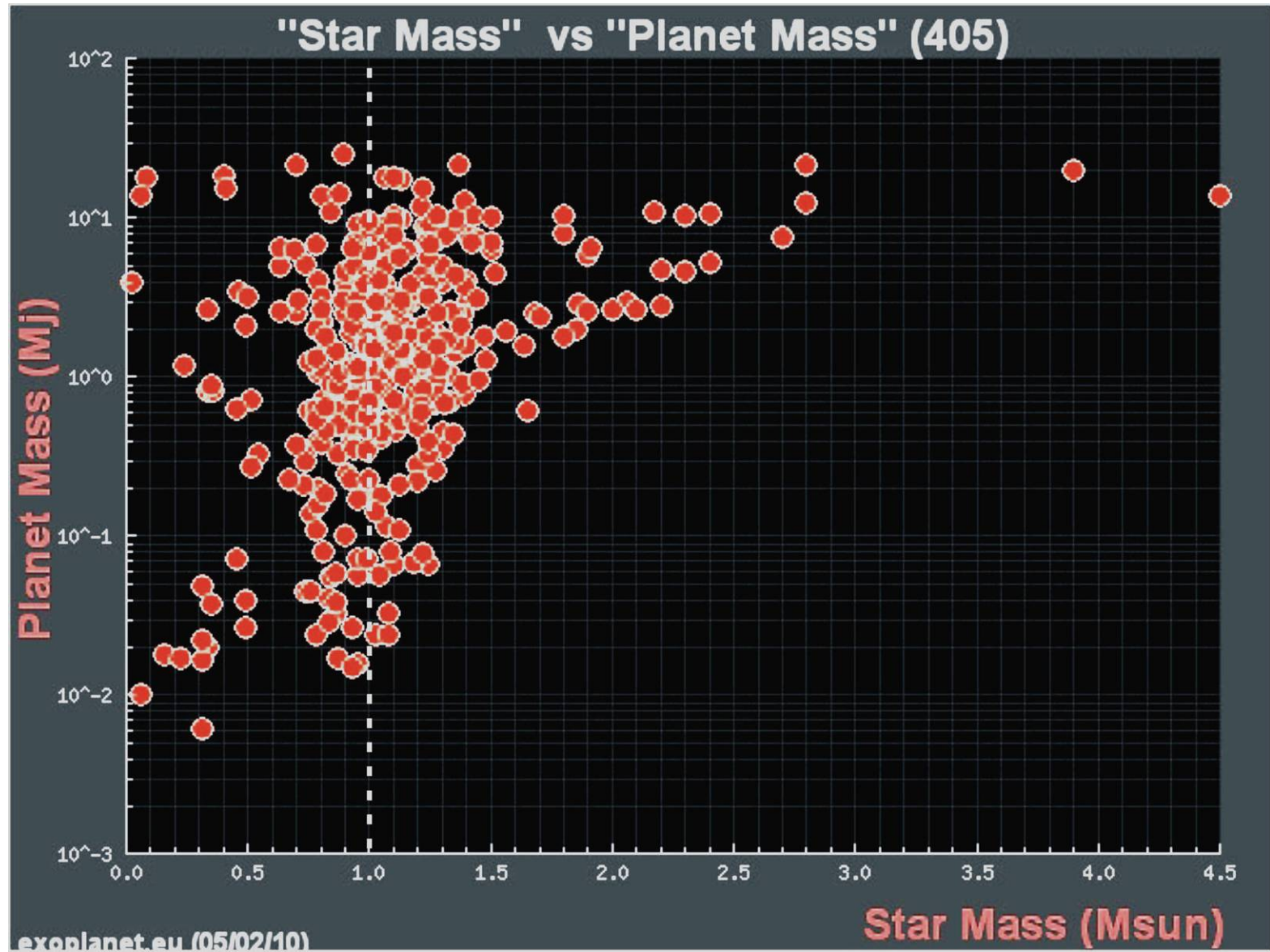
ცხელი გიგანტები

სუპერდედამიწები

არამზიური პლანეტები: სტატისტიკა



არამზიური პლანეტები: სტატისტიკა



www.tevza.org/home/course/universe2010

B. W. Carroll and D. A. Ostlie, *“An introduction to modern astrophysics”* (2007)

ქვეთავები 19.1-3 (გვ. 714–719)

22.1–2 (გვ. 813–817)