

A planéták diszkrét bája

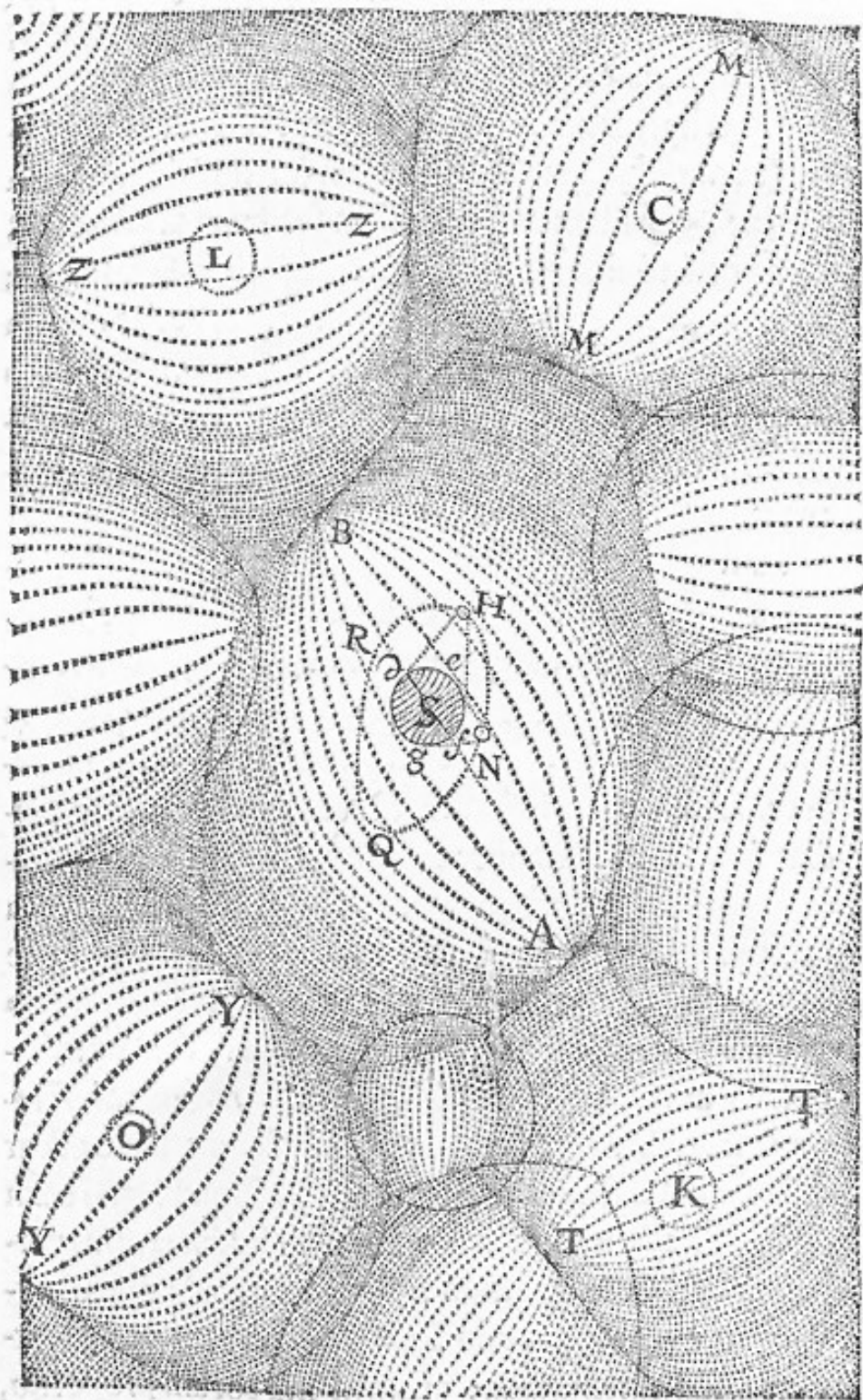
Meglepő fizikai folyamatok
távoli naprendszerekben

Dr. Szabó M. Gyula

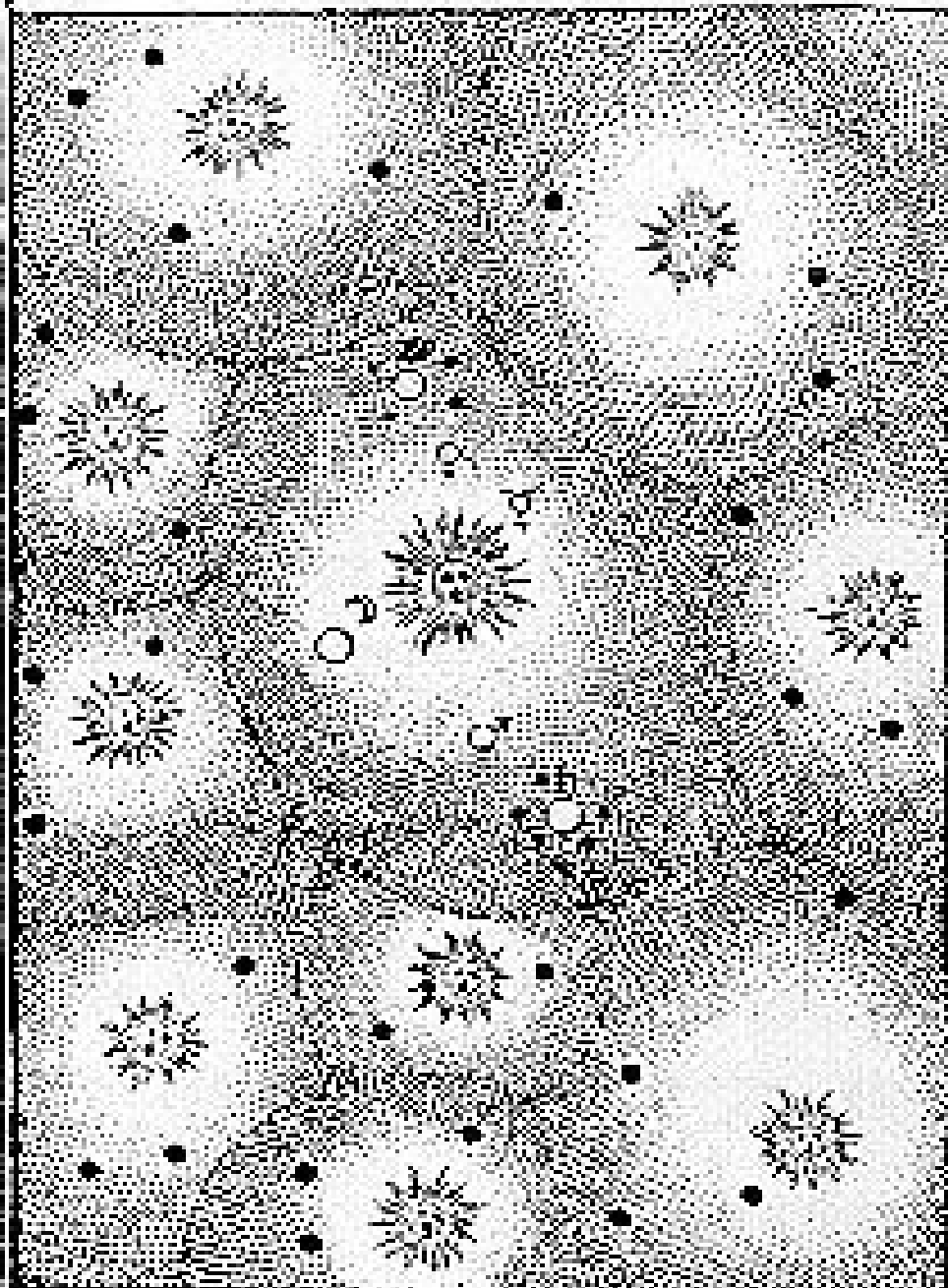
ELTE Gothard Obszervatórium, igazgató
MTA CSFK, tudományos főmunkatárs

Vélekedések a távoli naprendszerekről

- 17. sz. “bolygók mindenhol vannak” (Örvény-elmélet, Descartes, Huygens)



Tourbillons de Des Cartes



*Scopius intant animas demissa
per auras
Quam quæ sunt oculi Subjecta fidelibus*

Vélekedések a távoli naprendszerekről

- 17. sz. “bolygók mindenhol vannak” (Örvényelmélet, Descartes, Huygens)
- 18.-19. sz.: megfigyelési próbálkozások (parallaxis)
- 1937-1960: Piet van de Kamp mérései

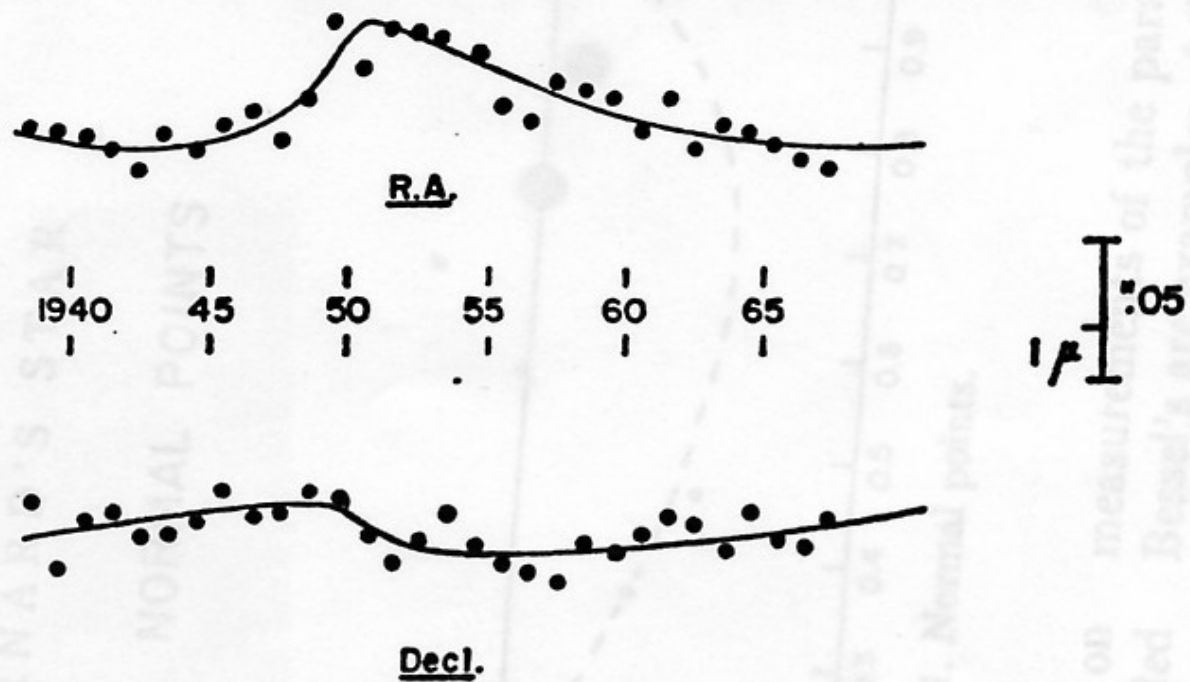


FIG. 1. Barnard's star: Yearly means, averaging 100 plates and weight 68; time-displacement curves for $P=25$ yr, $e=0.75$, $T=1950$.

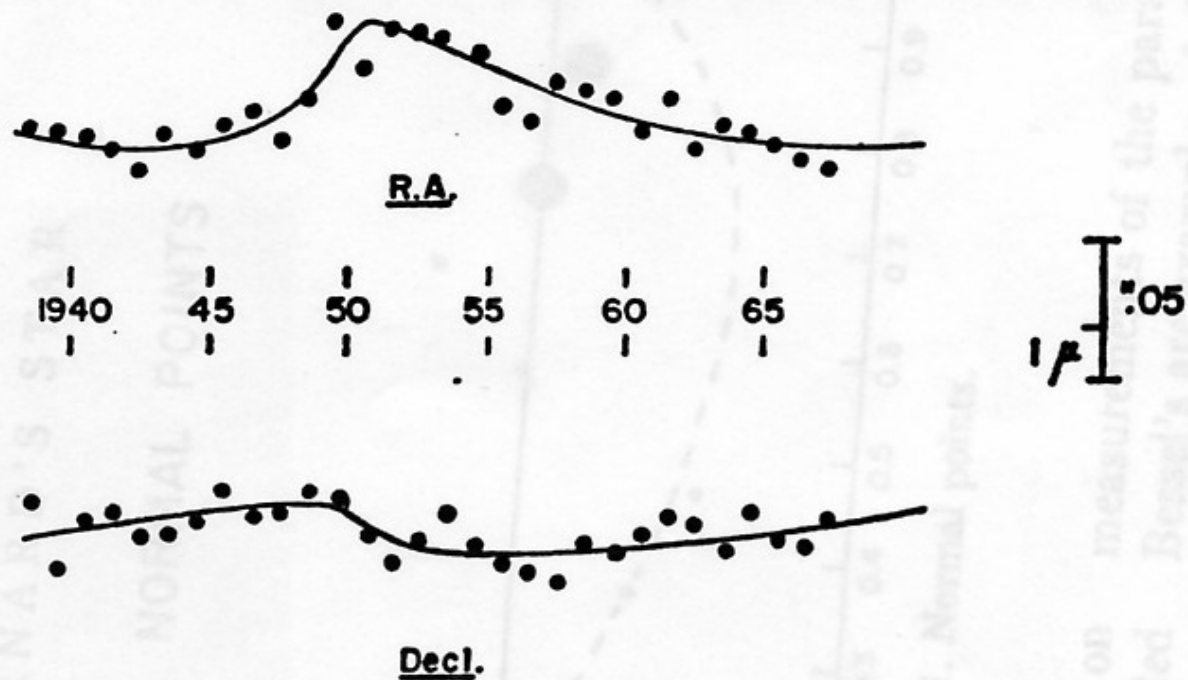
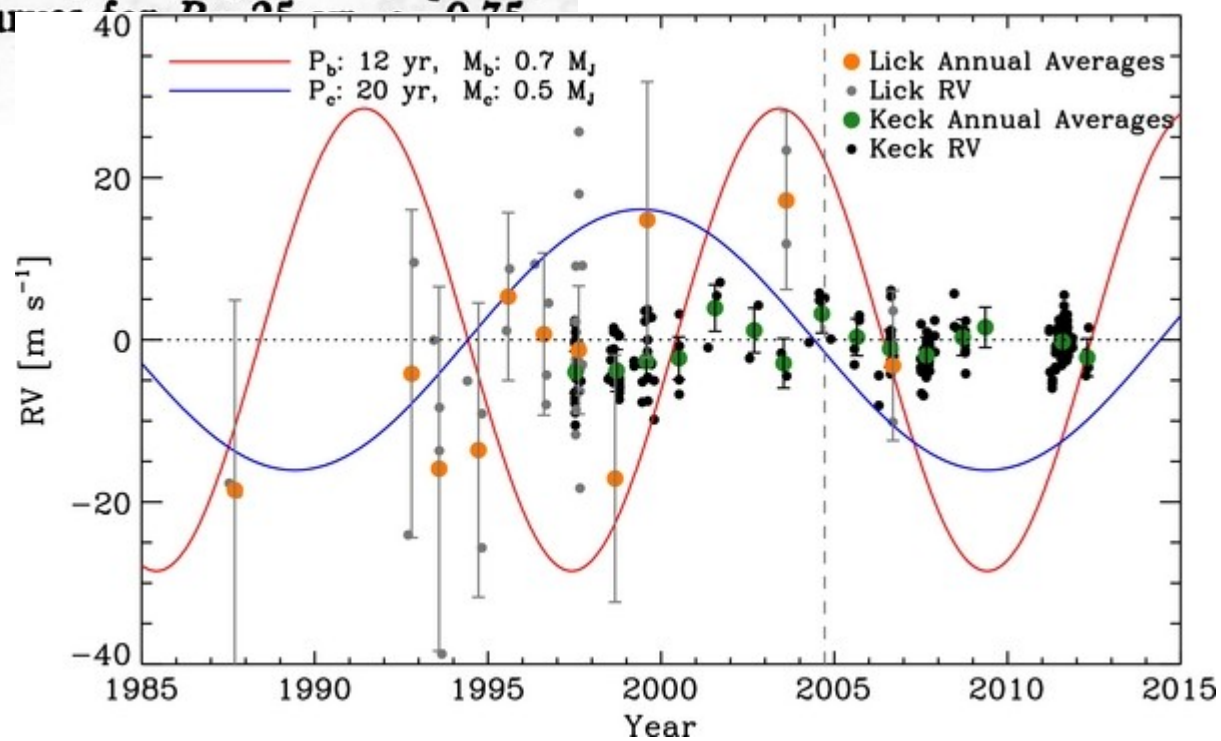


FIG. 1. Barnard's star: Yearly means, averaging 100 plates and weight 68; time-displacement curve $T = 1950$.

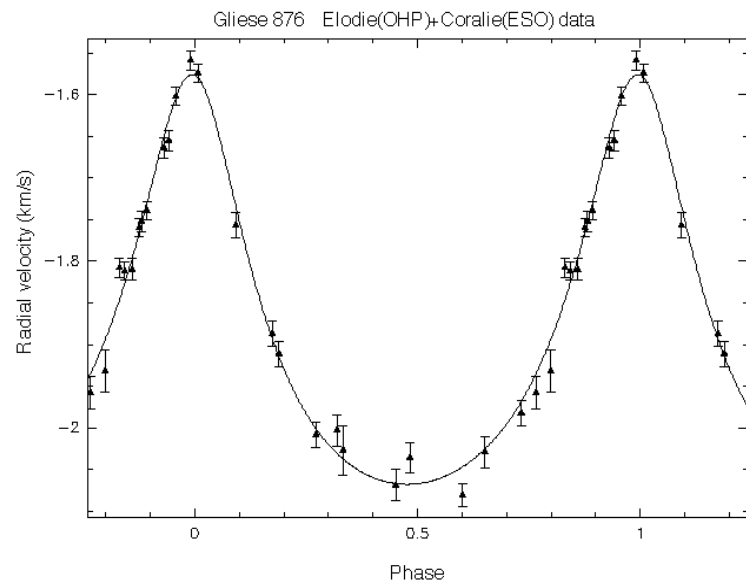
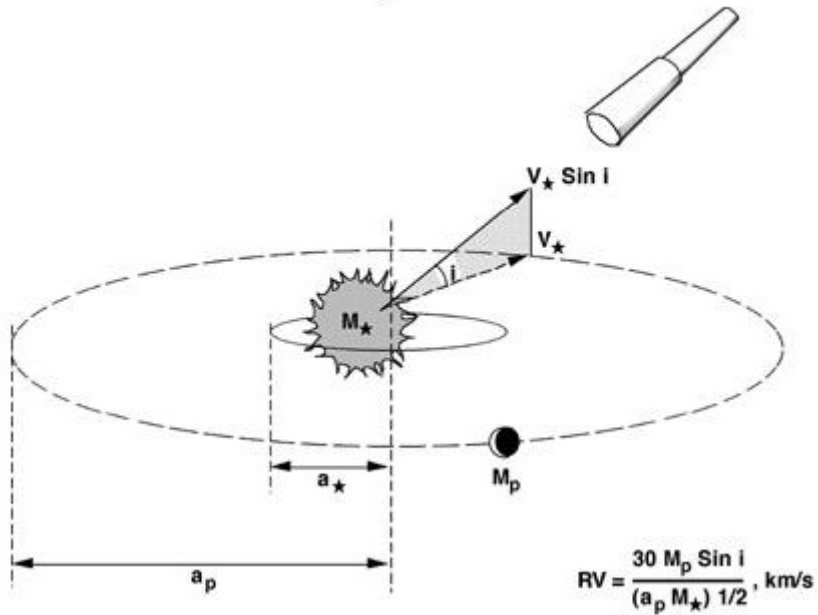


Vélekedések a távoli naprendszerekről

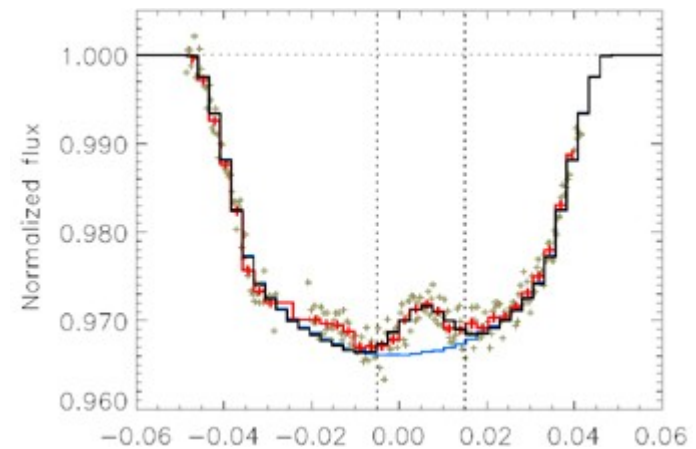
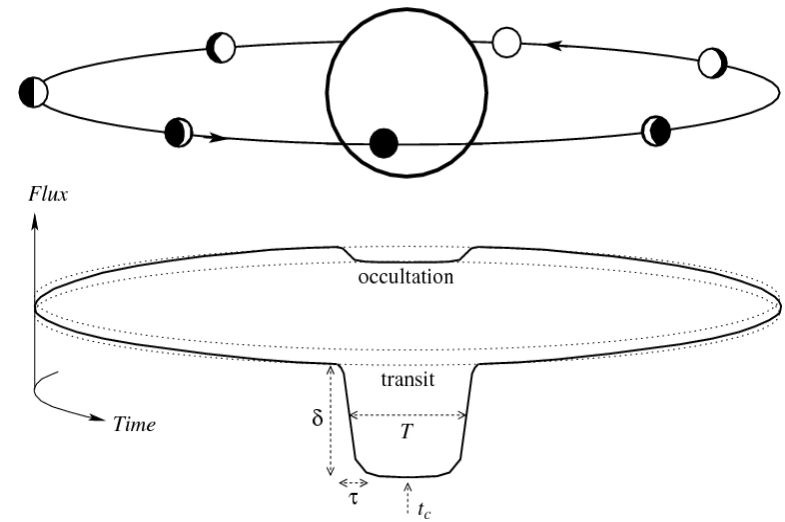
- 17. sz. “bolygók mindenhol vannak” (Örvényelmélet, Descartes, Huygens)
- 18.-19. sz.: megfigyelési próbálkozások (parallaxis)
- 1937-1960: Piet van de Kamp mérései
- Sok negatív eredmény: talán kevesen vannak?
- **Mára: csillagászati húzóágazat**

Megfigyelési módszerek

Radial Velocity Method

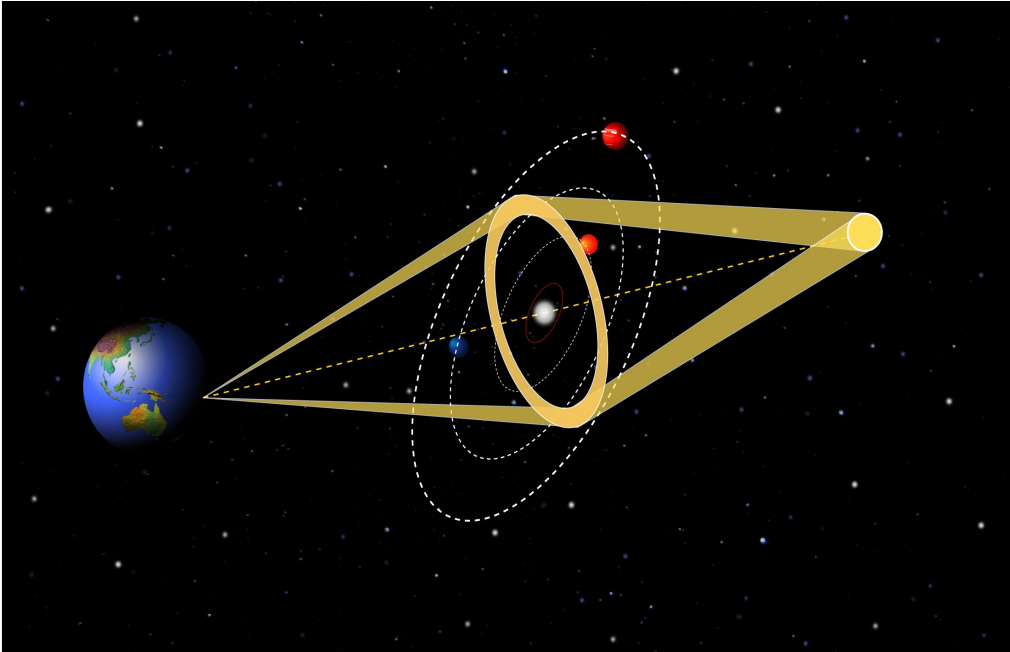


Tranzit Módszer

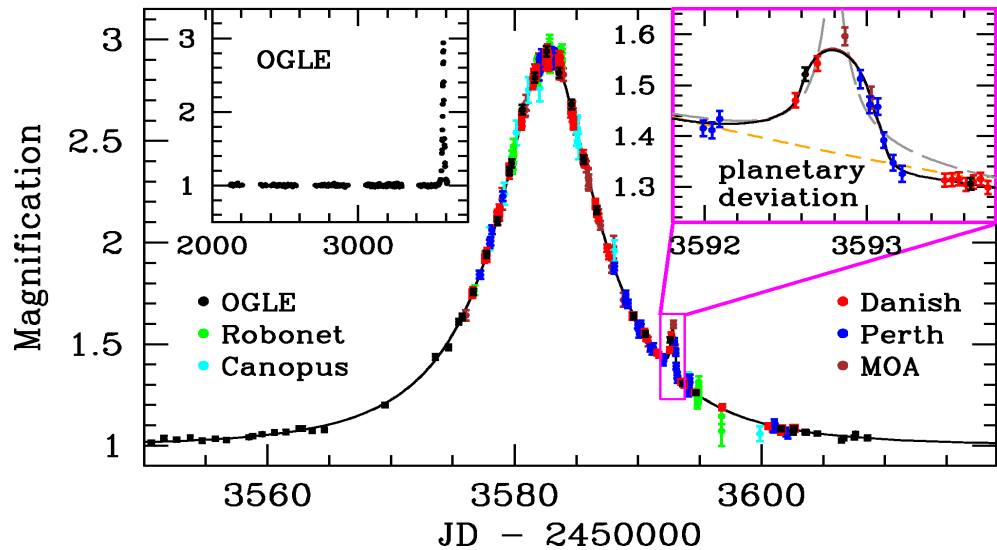
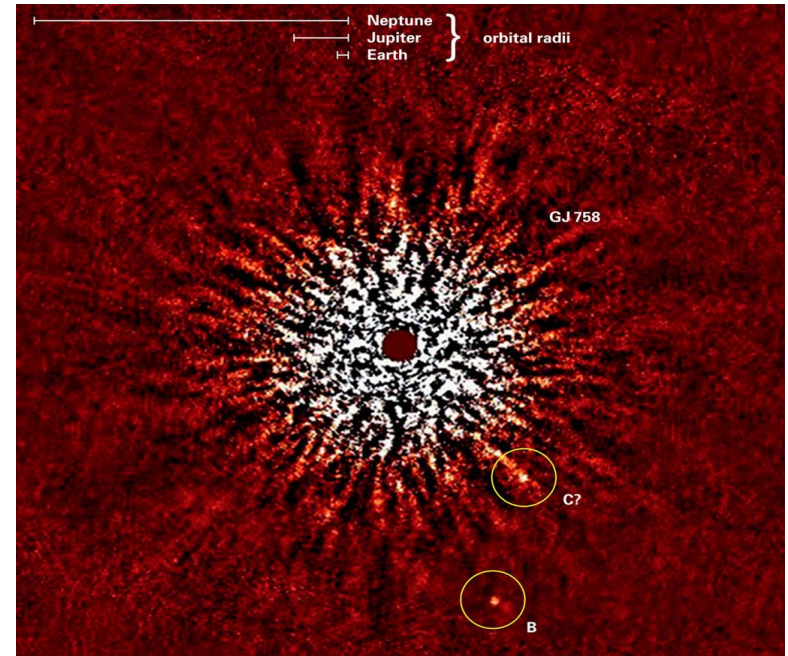


Megfigyelési módszerek

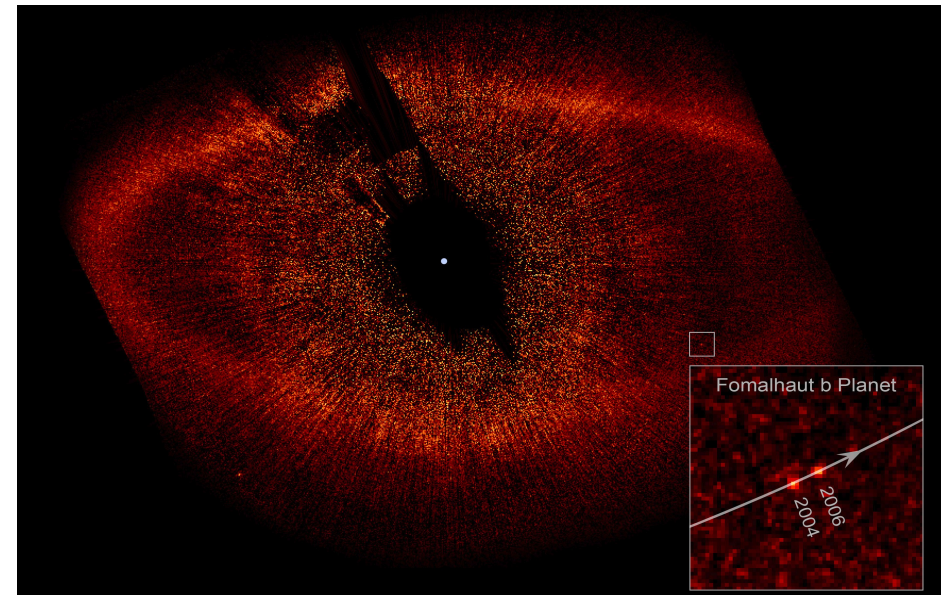
Gaudi & Bennet / NASA, CalTec



MPIA/NAOJ

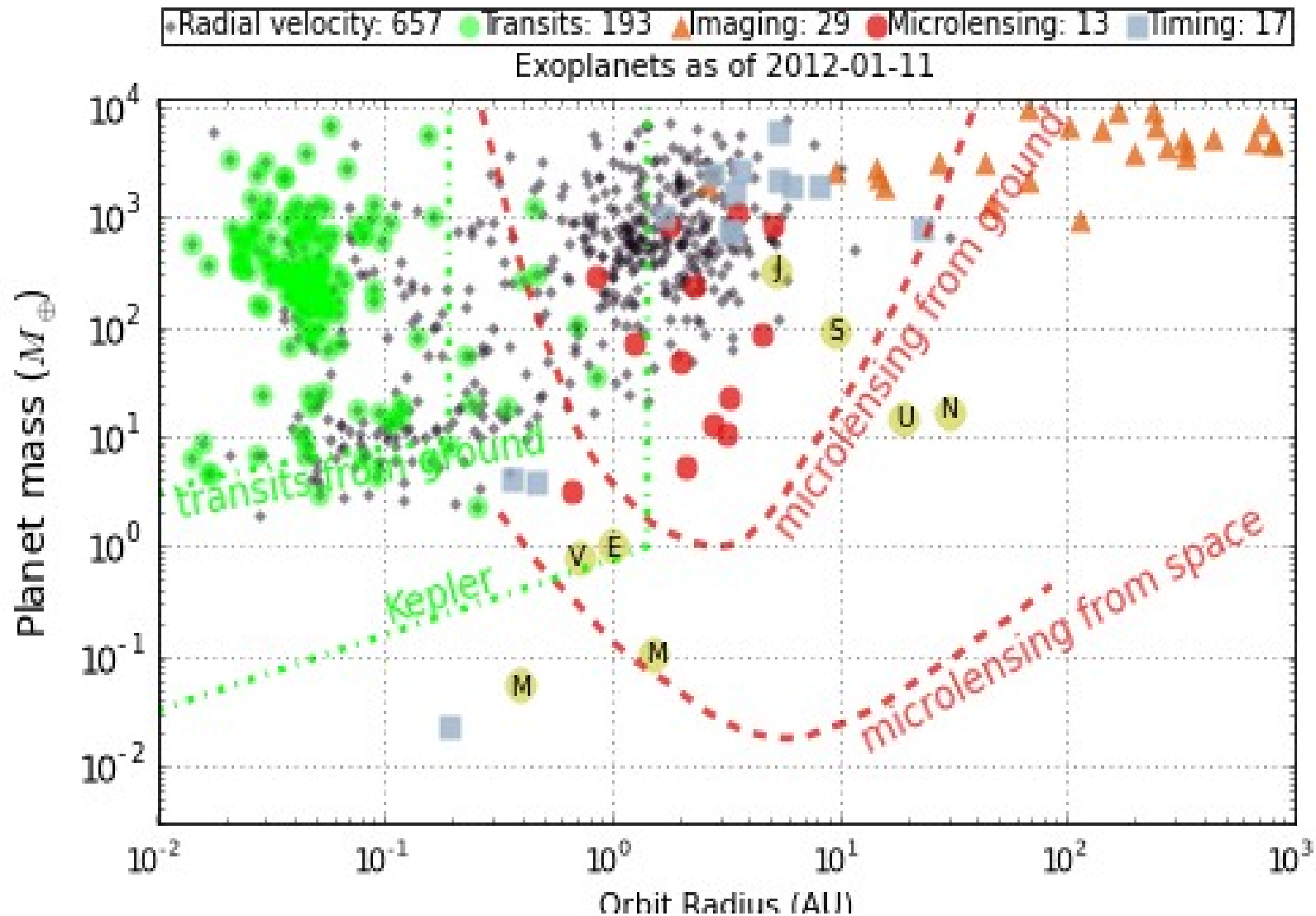


Kubas & Brillant / ESO



HST/NASA

Detektálási hatékonyság

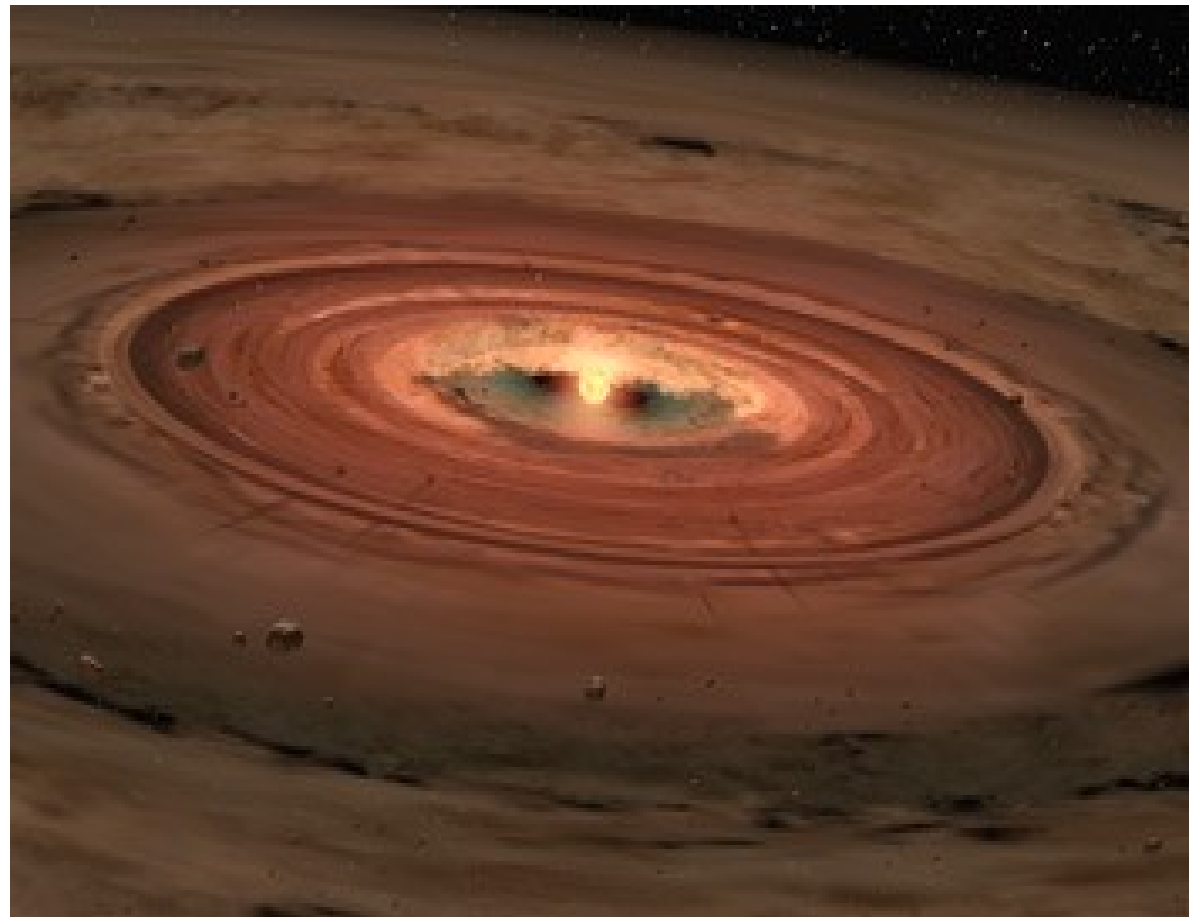
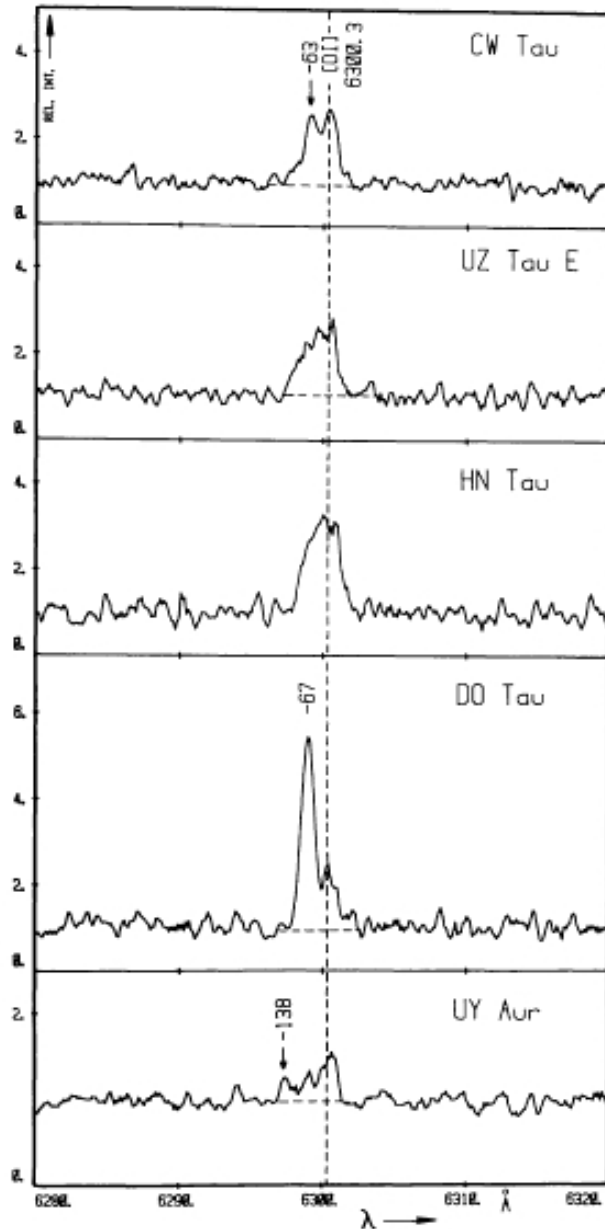


Néhány érdekes rendszer

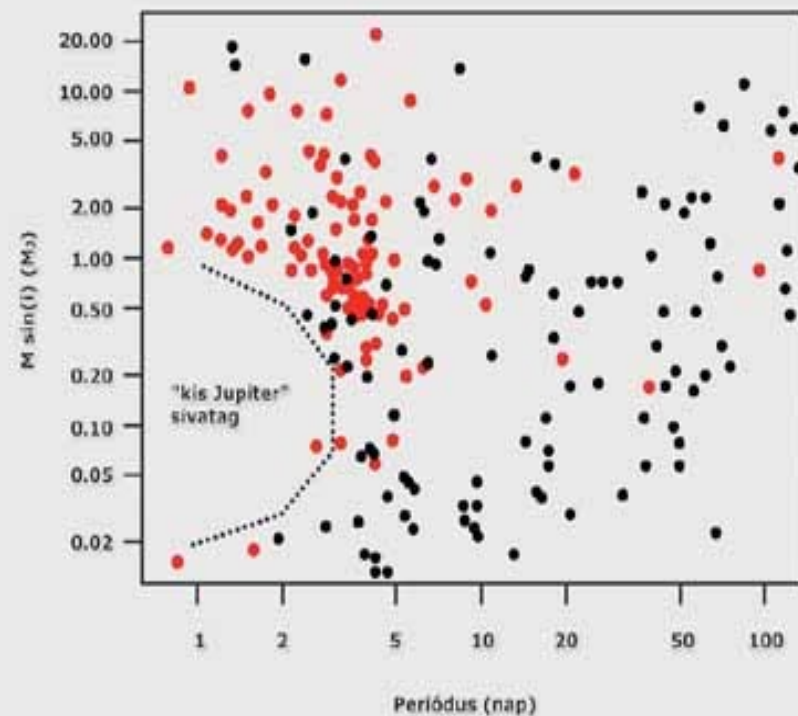
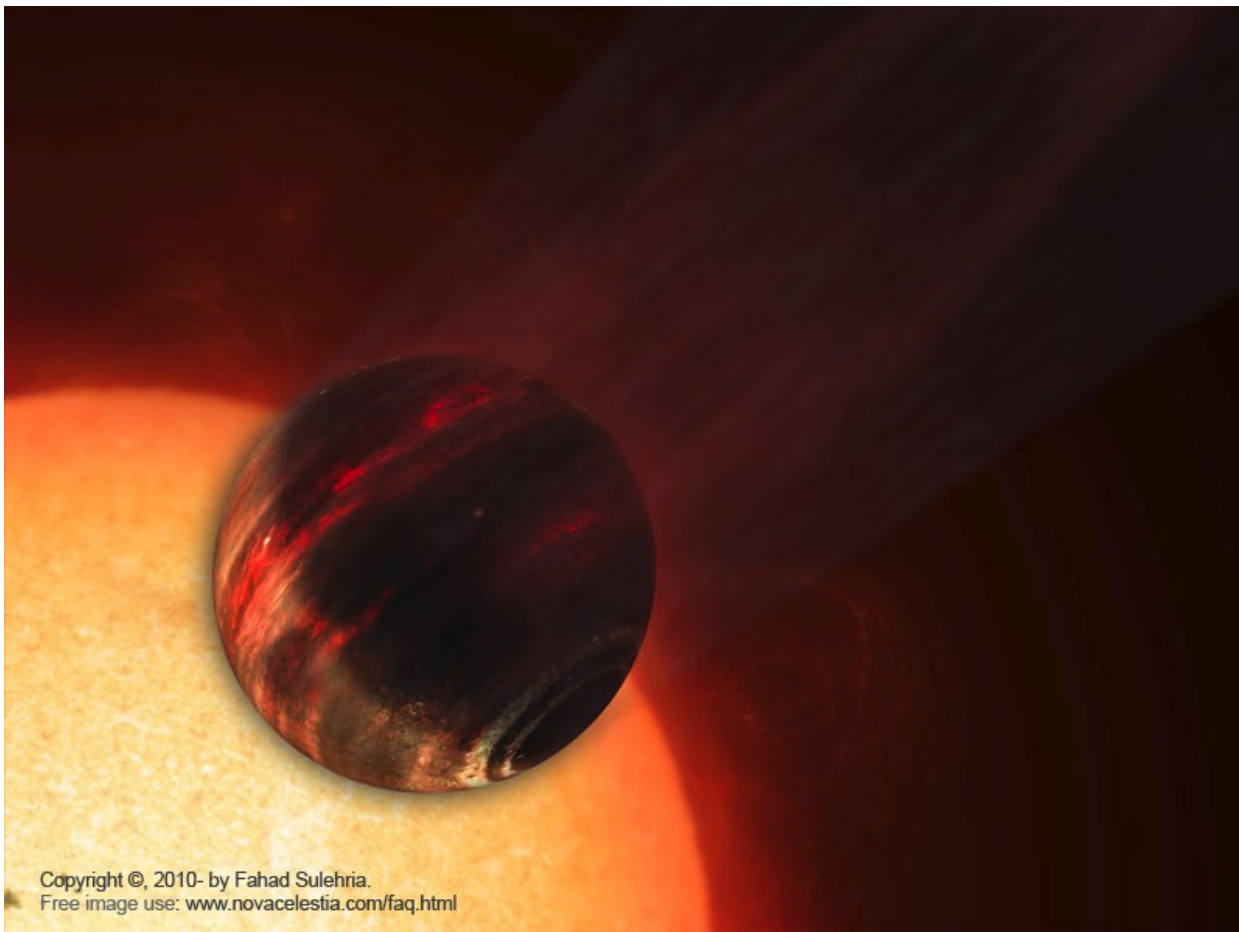
- Váratlan bolygótípusok
- Érdekes fizika
- Szép

Forró Jupitererek

Kialakuló bolygók

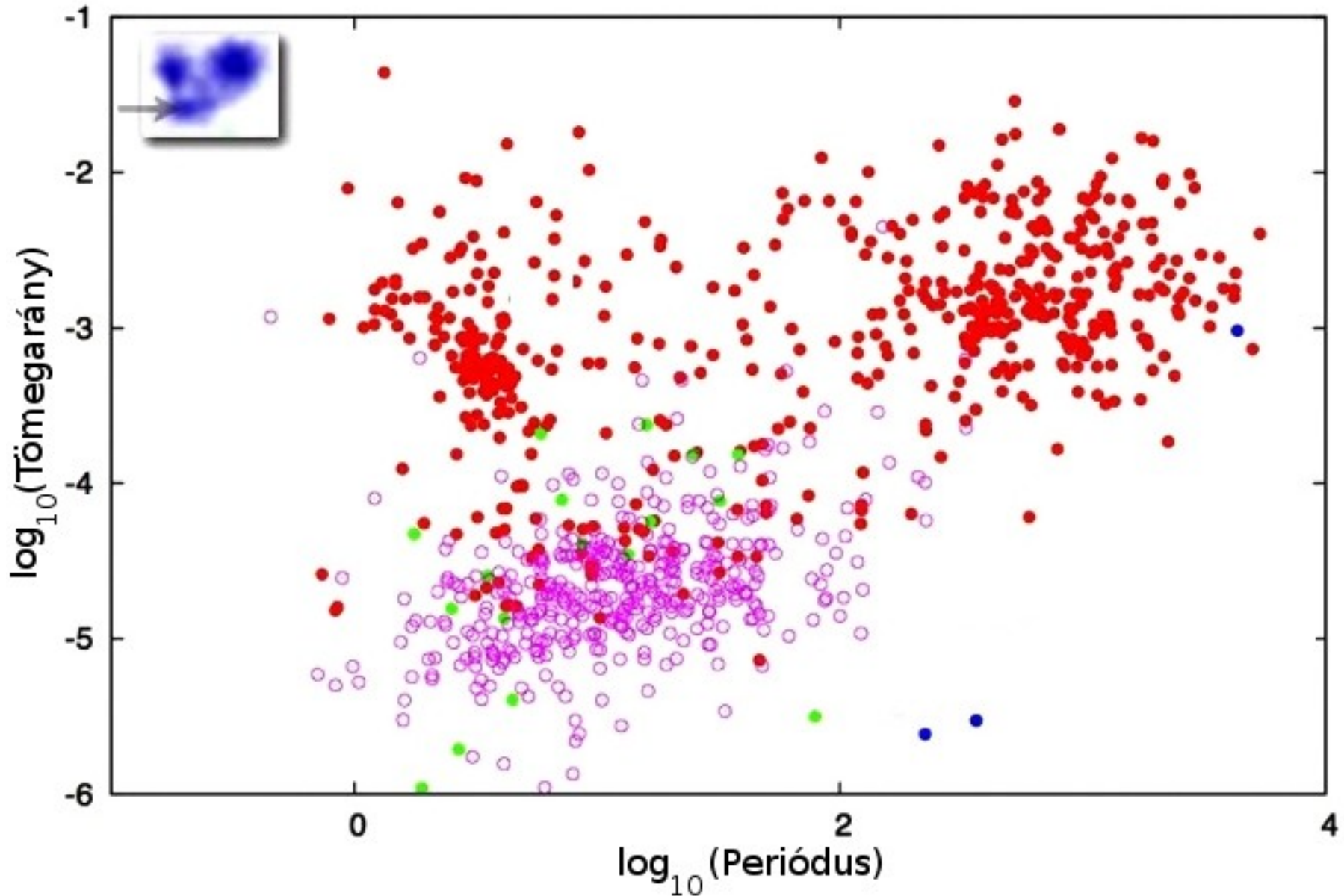


Forró Jupitererek

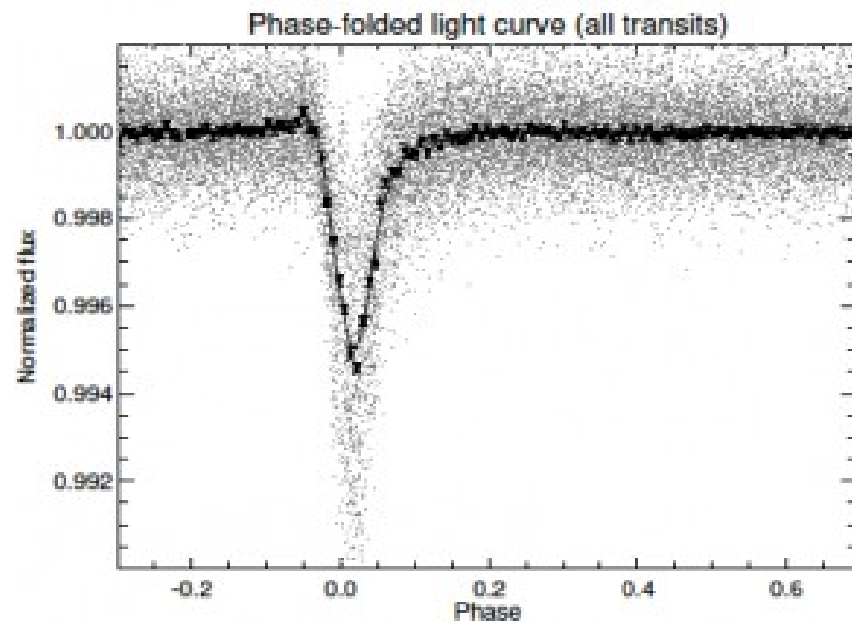
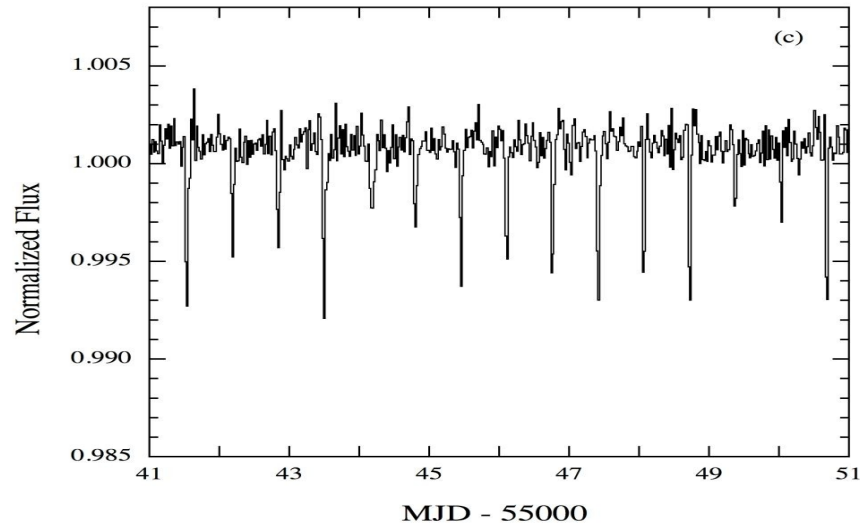


Szabó & Kiss (2011)

Háromféle bolygótípus?

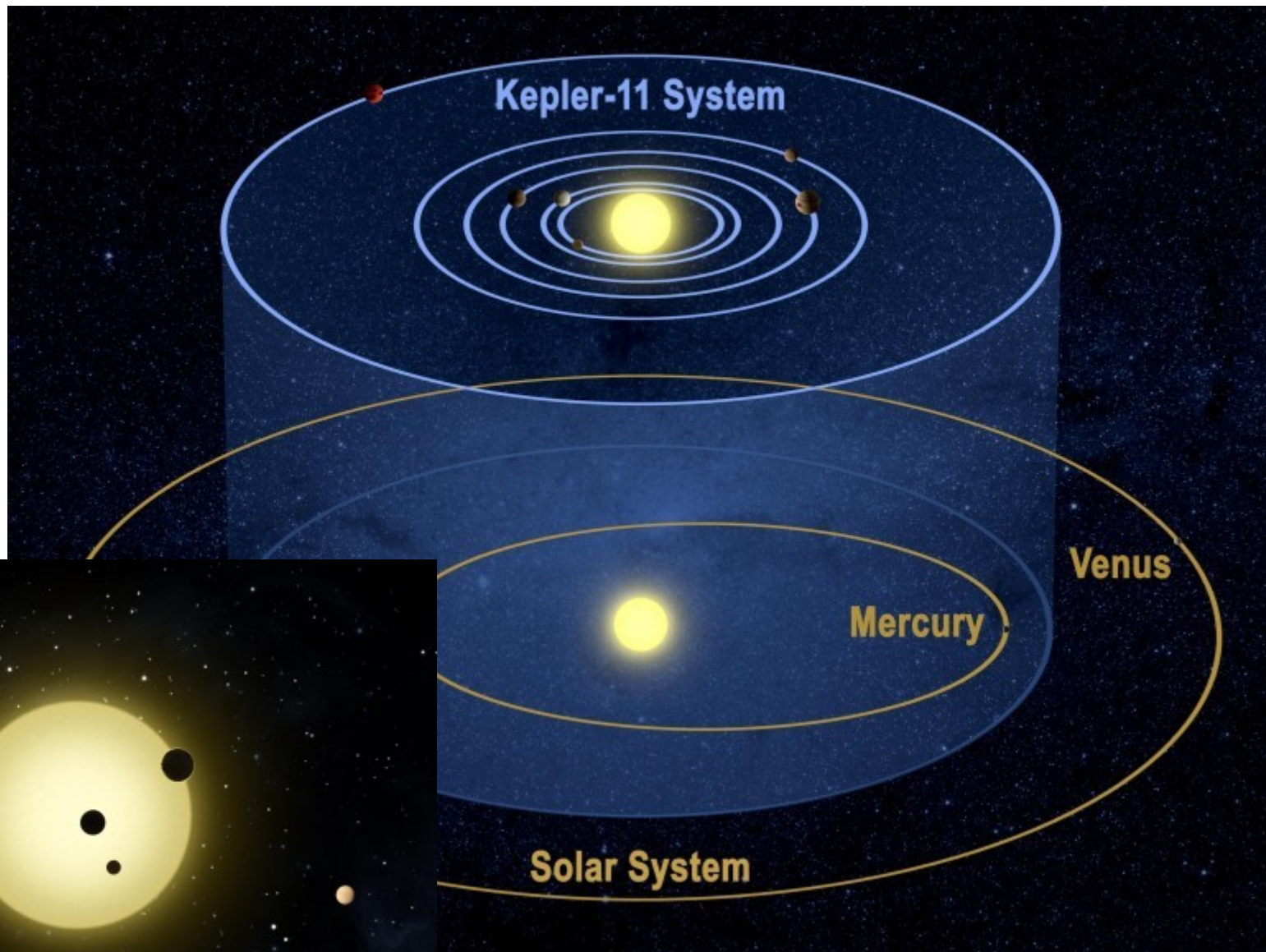


Sugárzástól megsemmisülő bolygók



G. Bacon/NASA/ESA

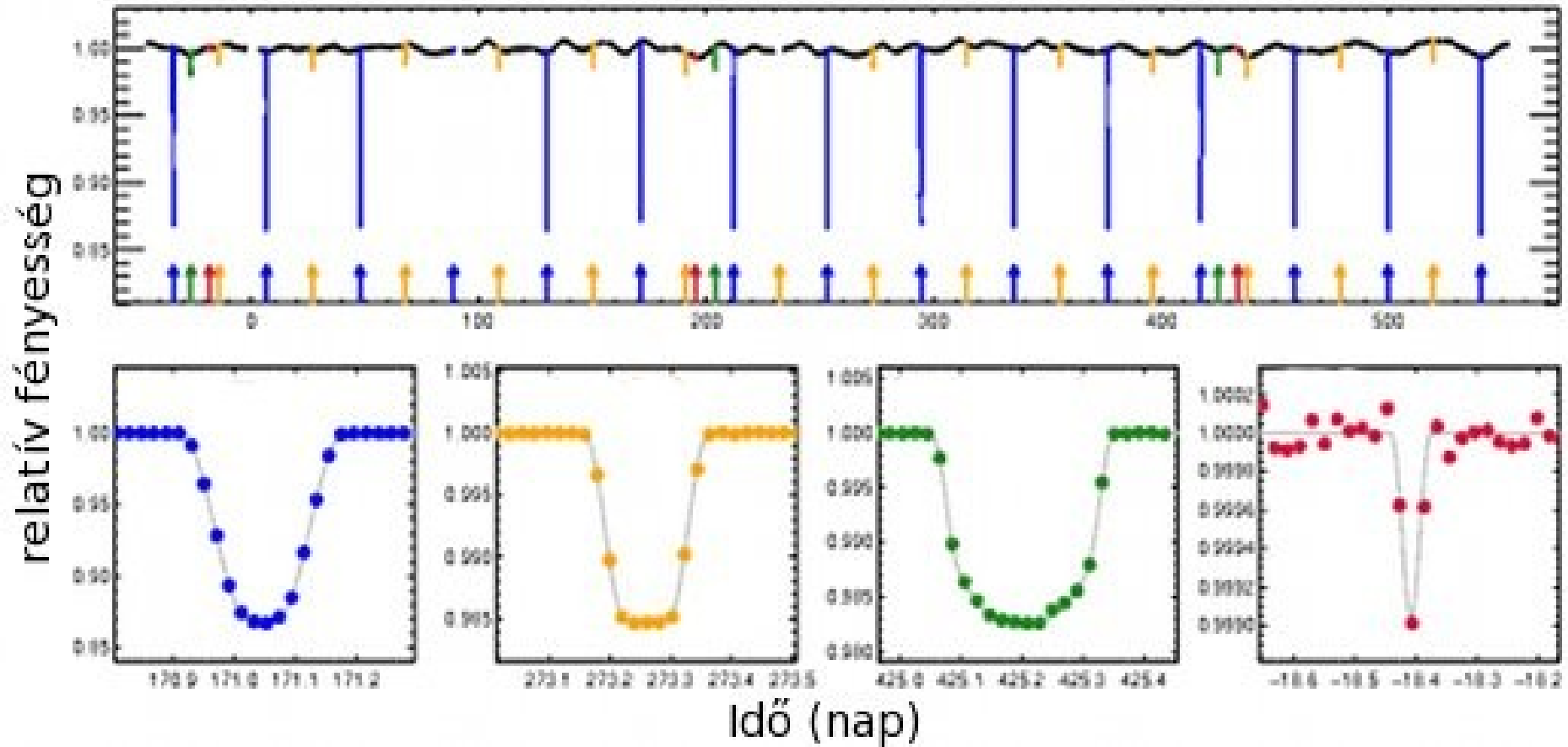
Egy csillag – több bolygó



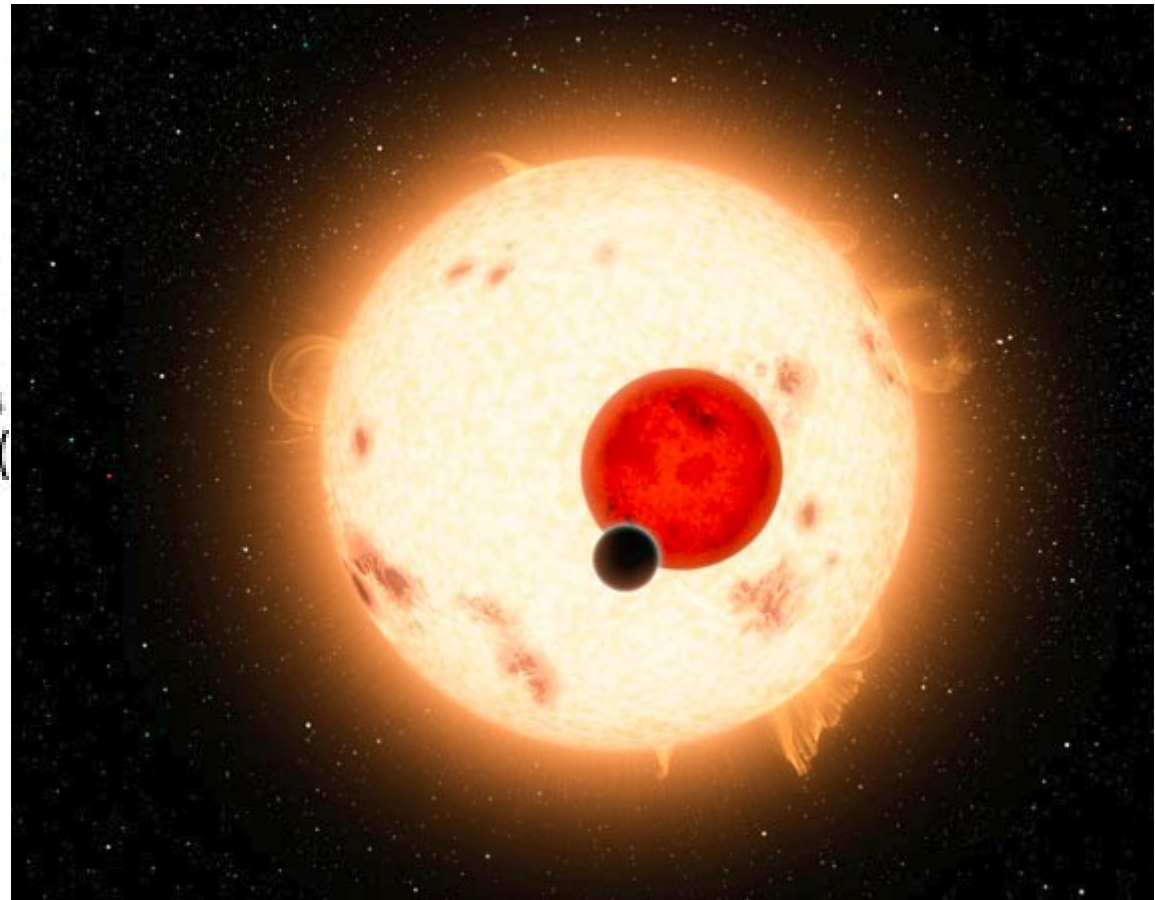
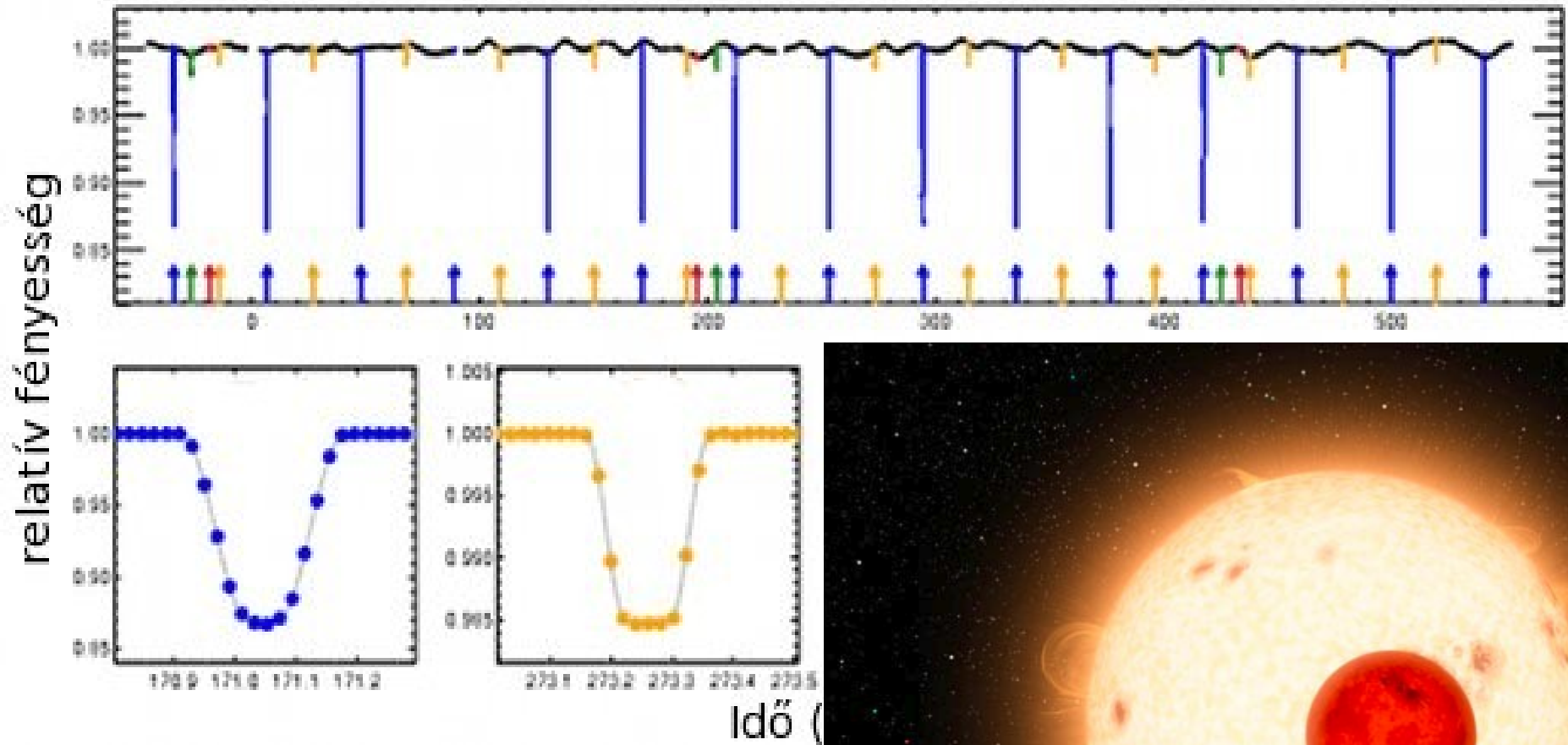
Kepler-11



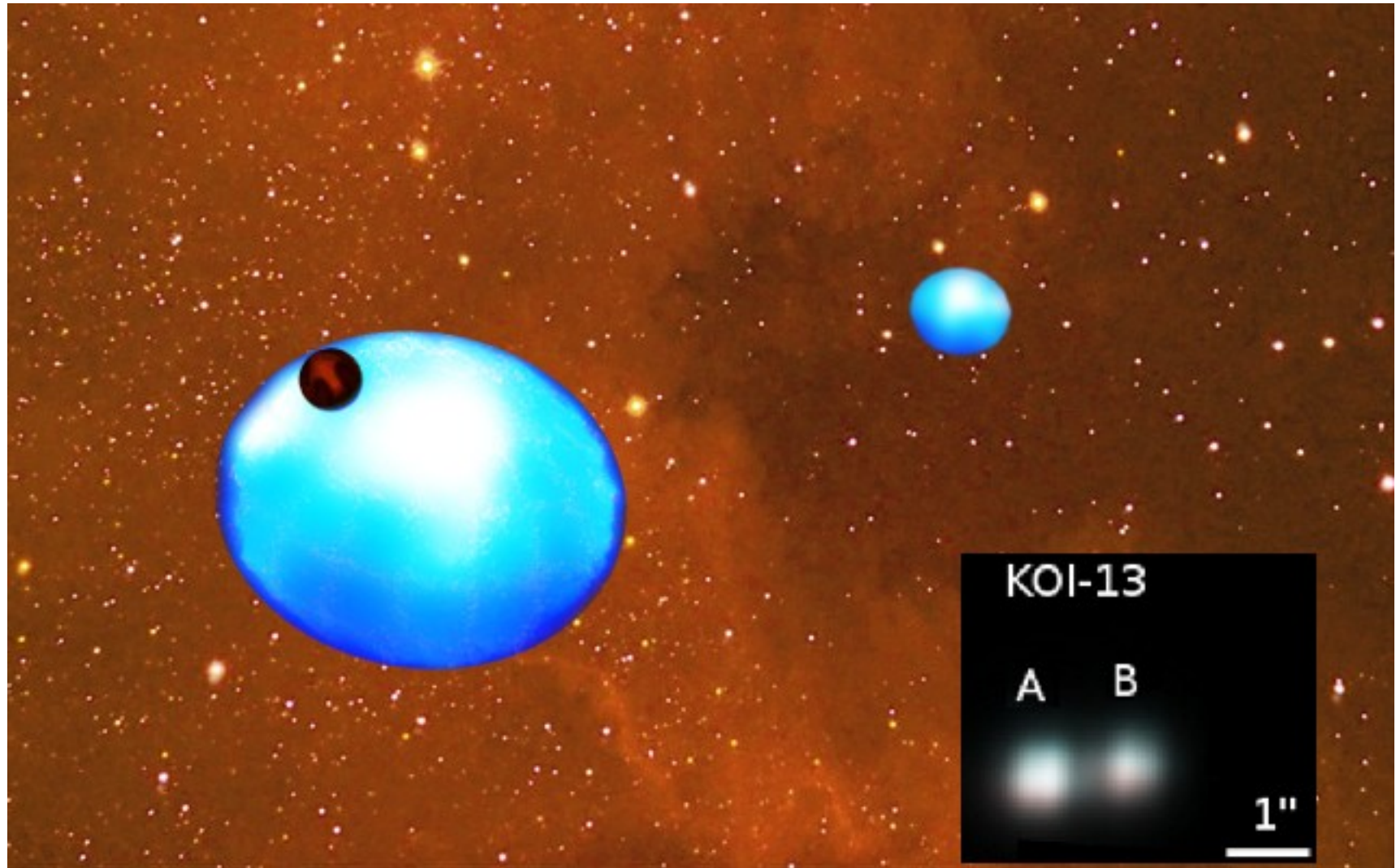
Egy bolygó – több csillag



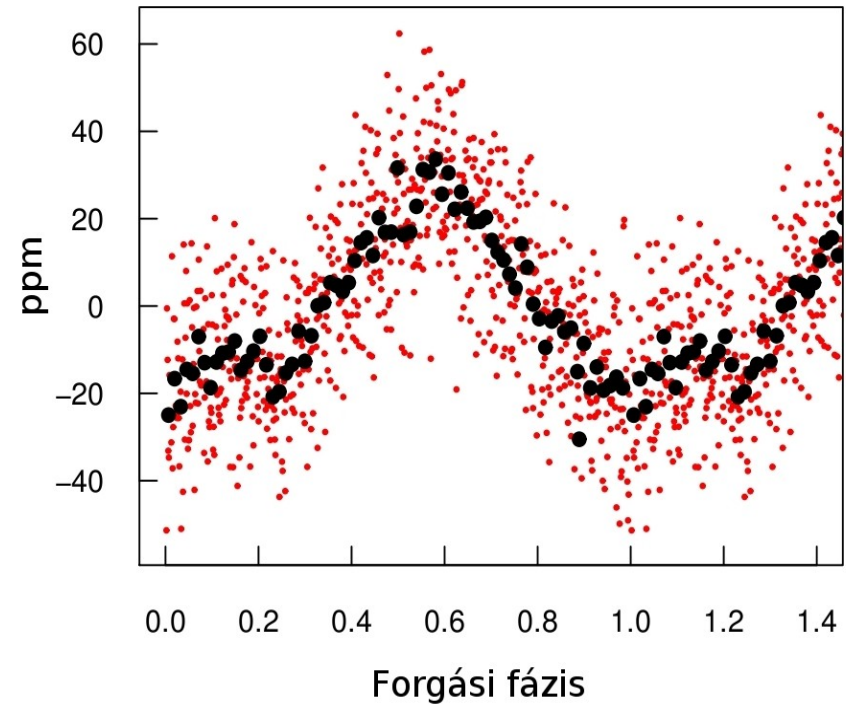
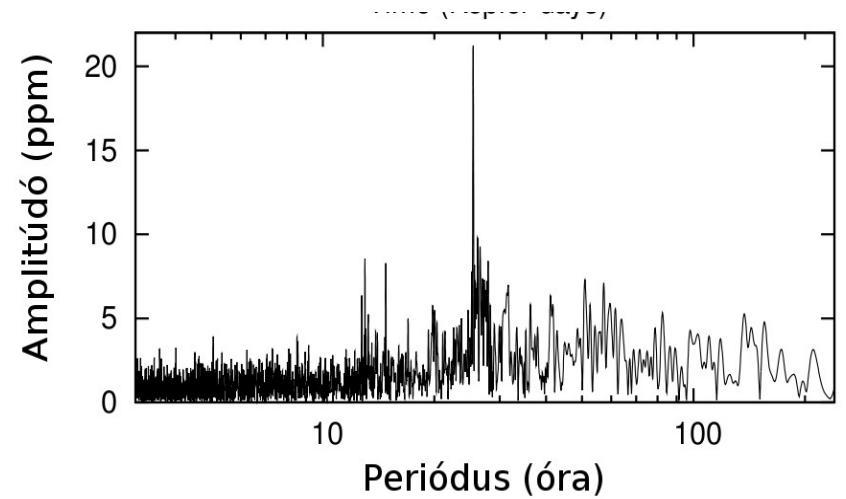
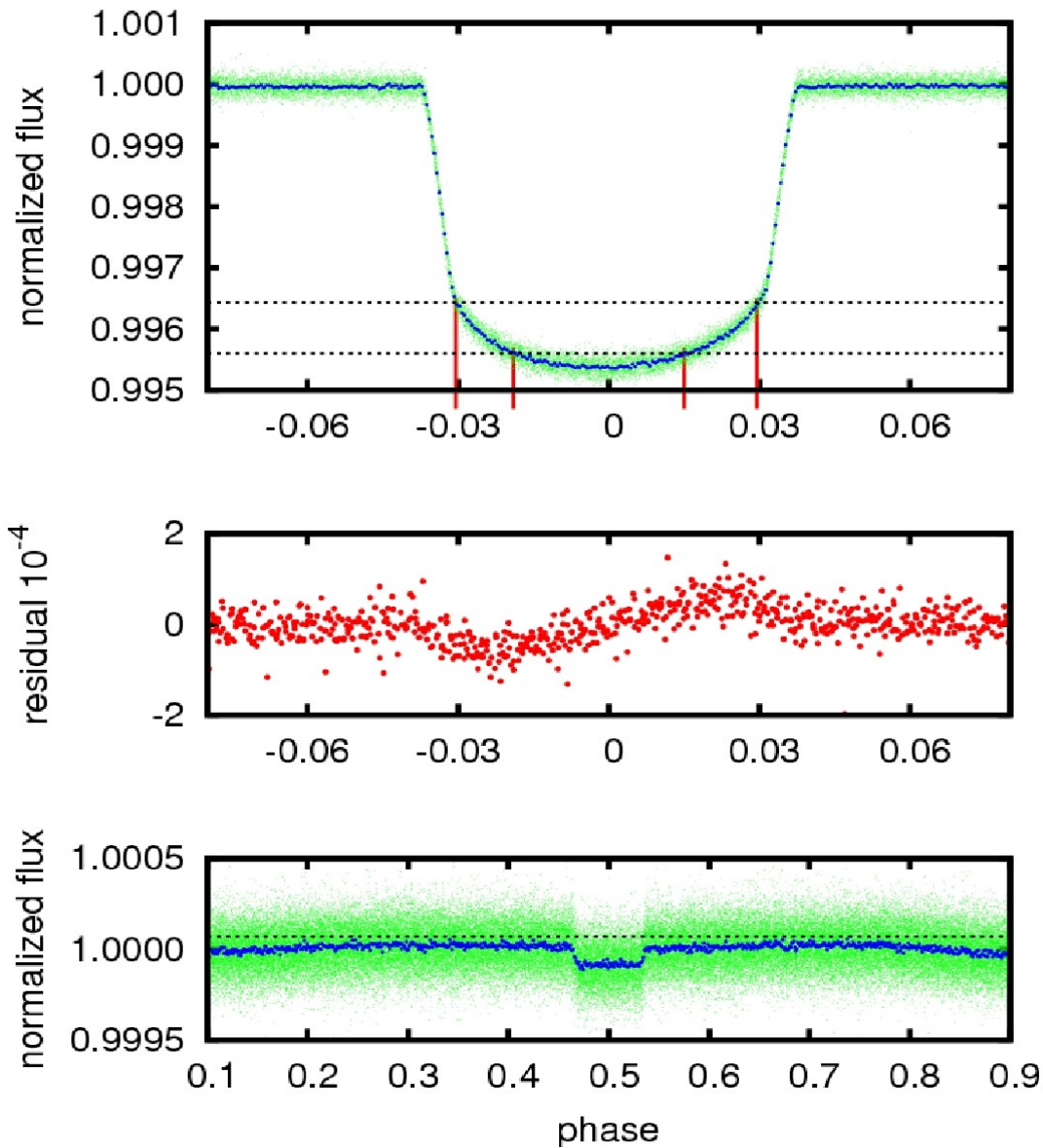
Egy bolygó – több csillag



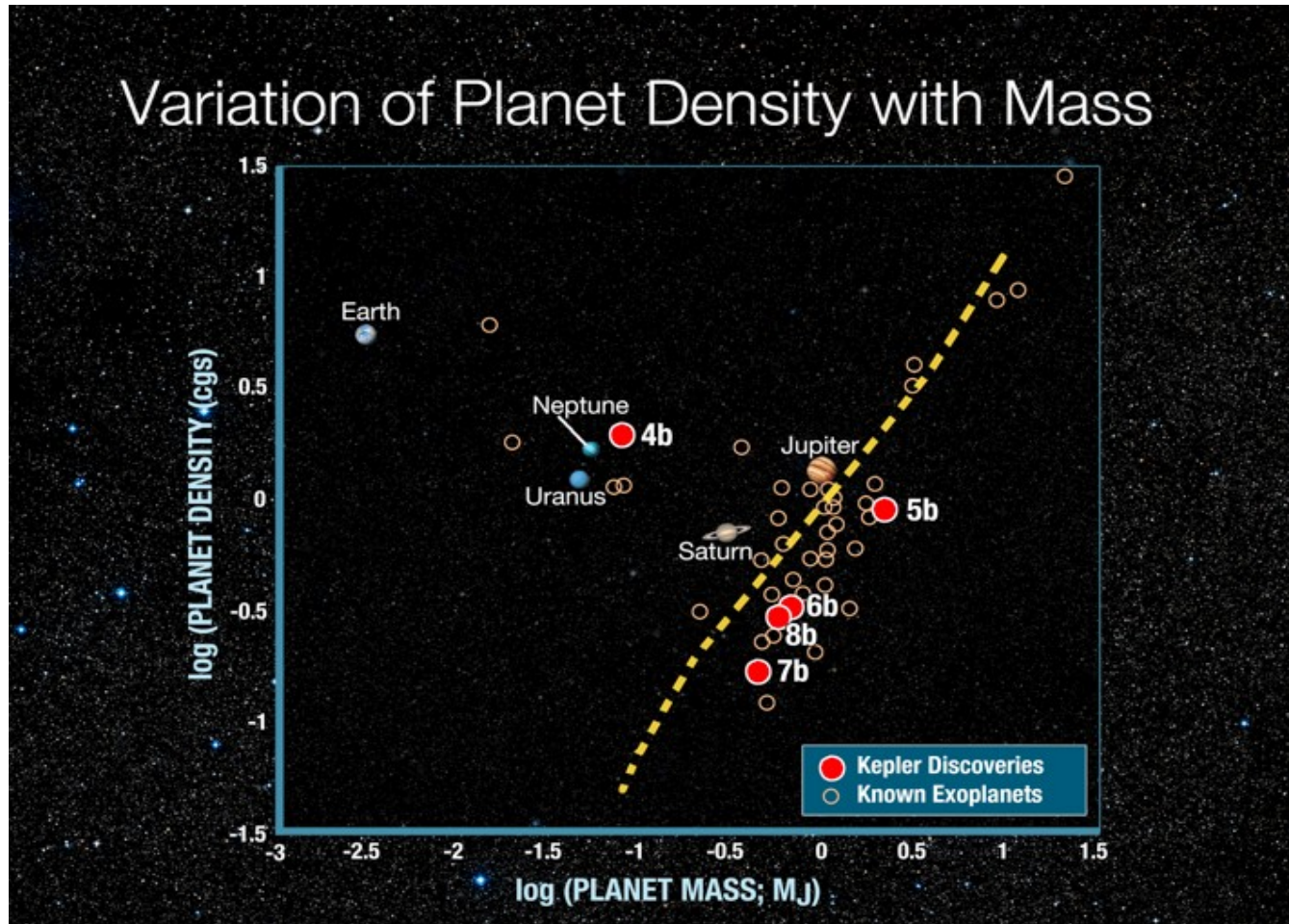
Csillag-bolygó forgás-keringés rezonanciák?



Csillag-bolygó forgás-keringés rezonanciák?



Bolygótest-fizika

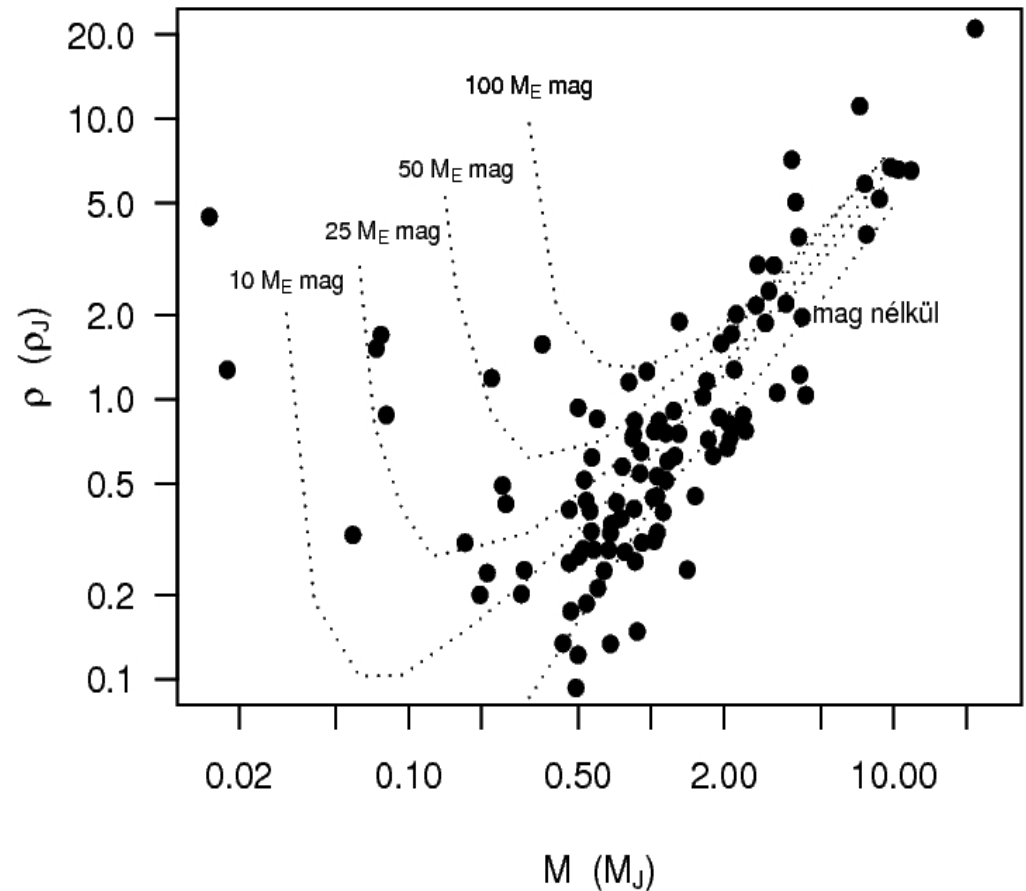
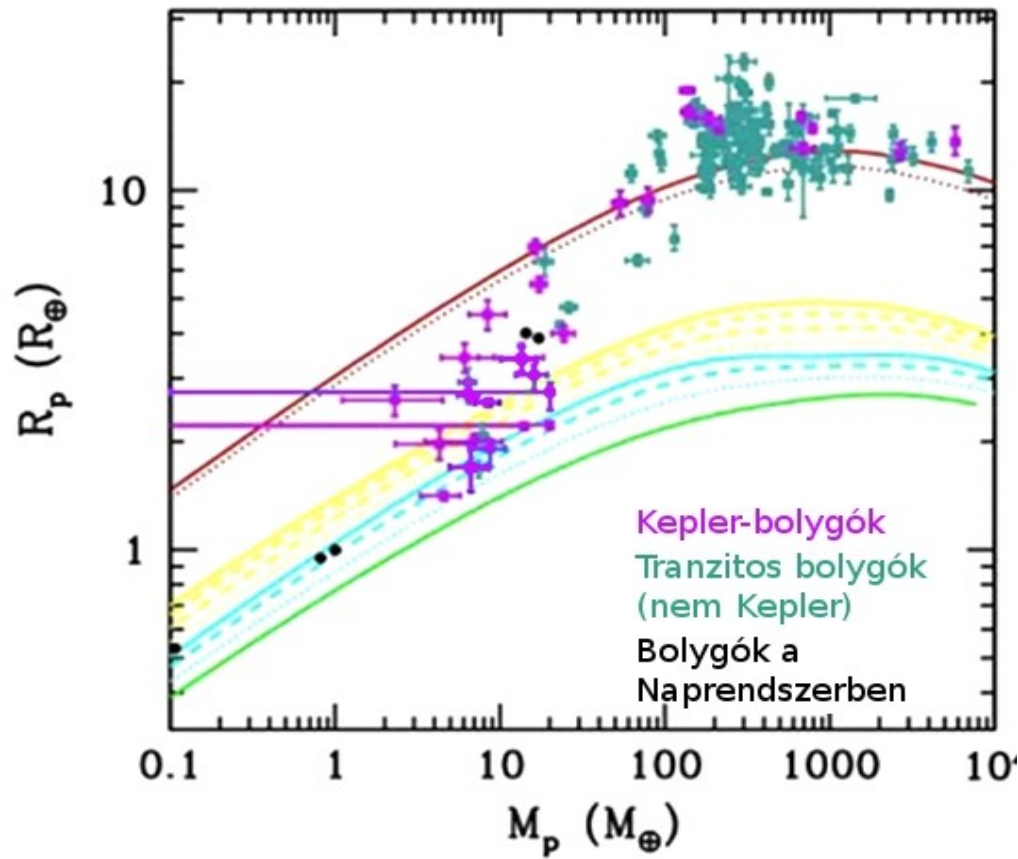


Bolygó tömegek,
Méretük,
Felszíni hőmérséklet

Építőanyagok állapotegyenlete
Hidrosztatikai egyenletek
Kváziegyensúlyi időfejlődés

Miből van?
Miből mennyi?

Bolygótest-fizika



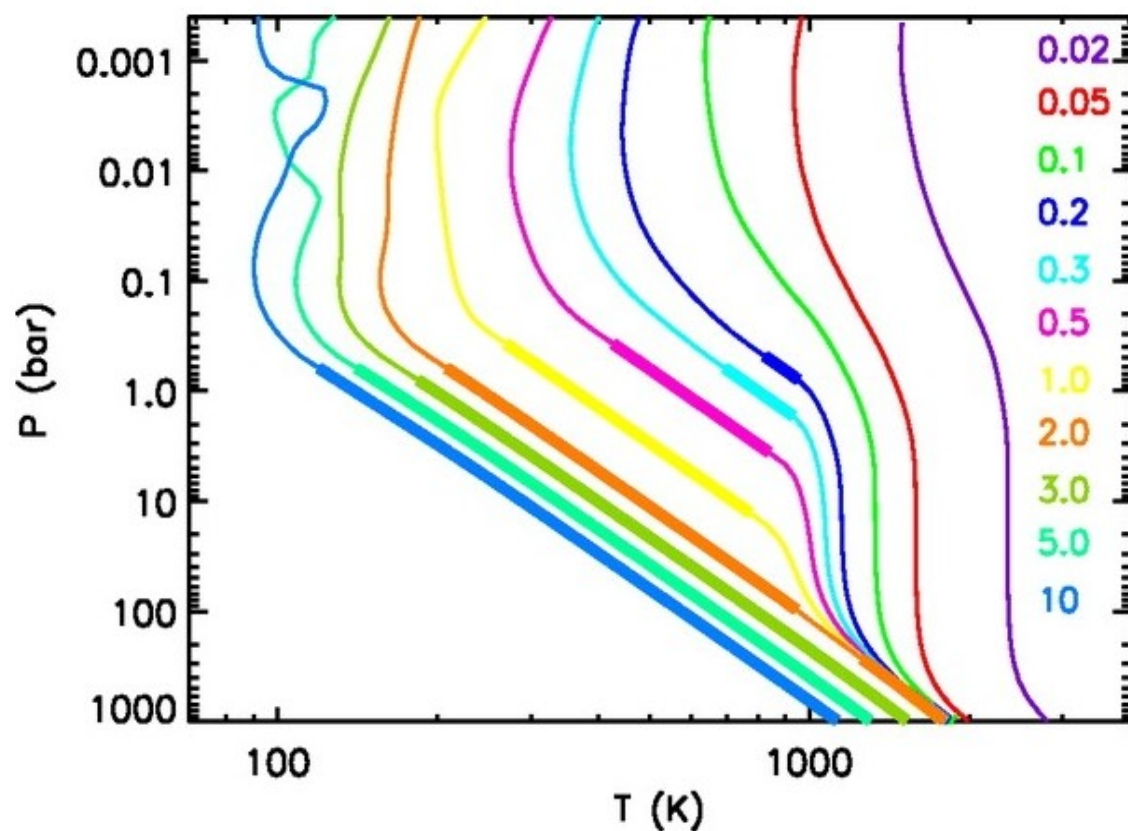
**Bolygó tömegek,
 Méretek,
 Felszíni hőmérséklet**

**Építőanyagok állapotegyenlete
 Hidrosztatikai egyenletek
 Kváziegyensúlyi időfejlődés**

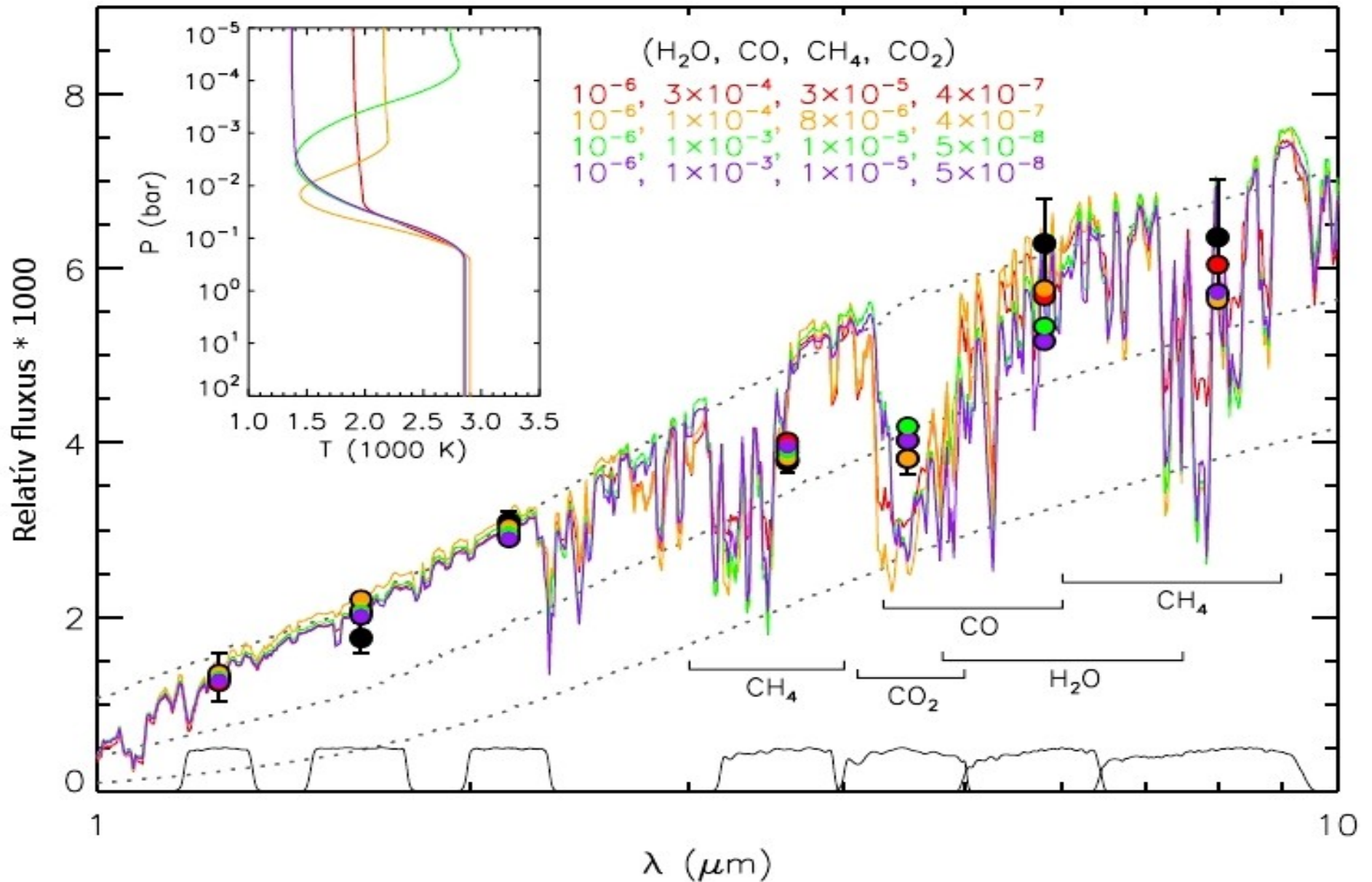
**Miből van?
 Miből mennyi?
 Életkor?**

Bolygó atmoszférák

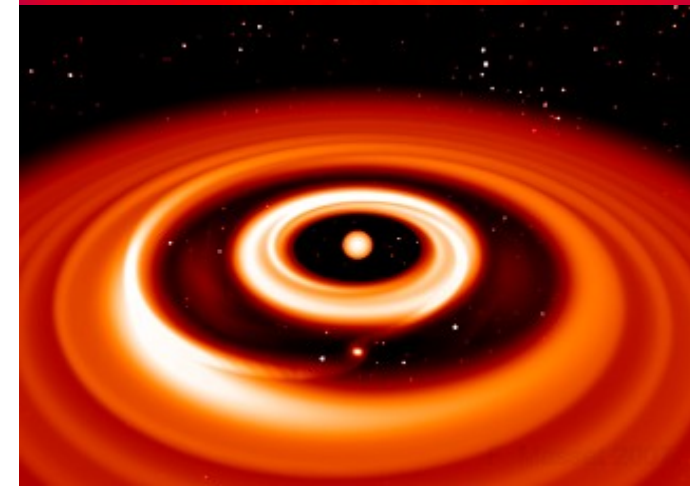
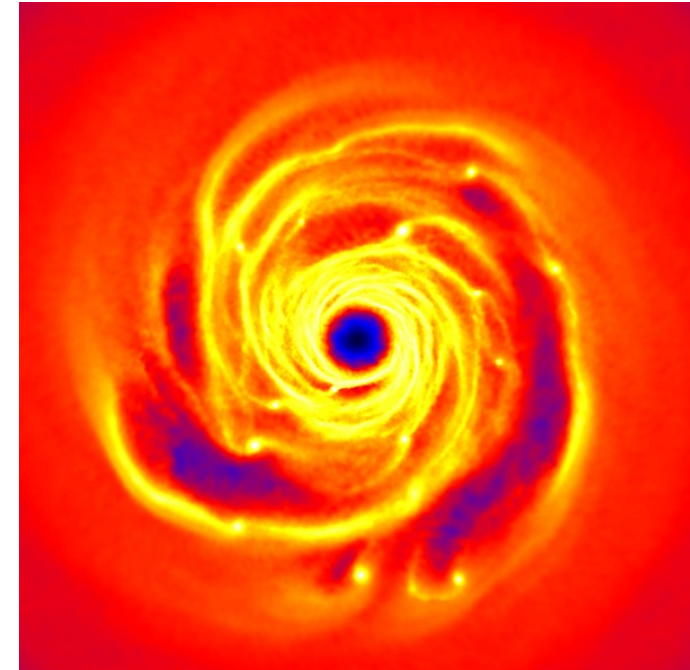
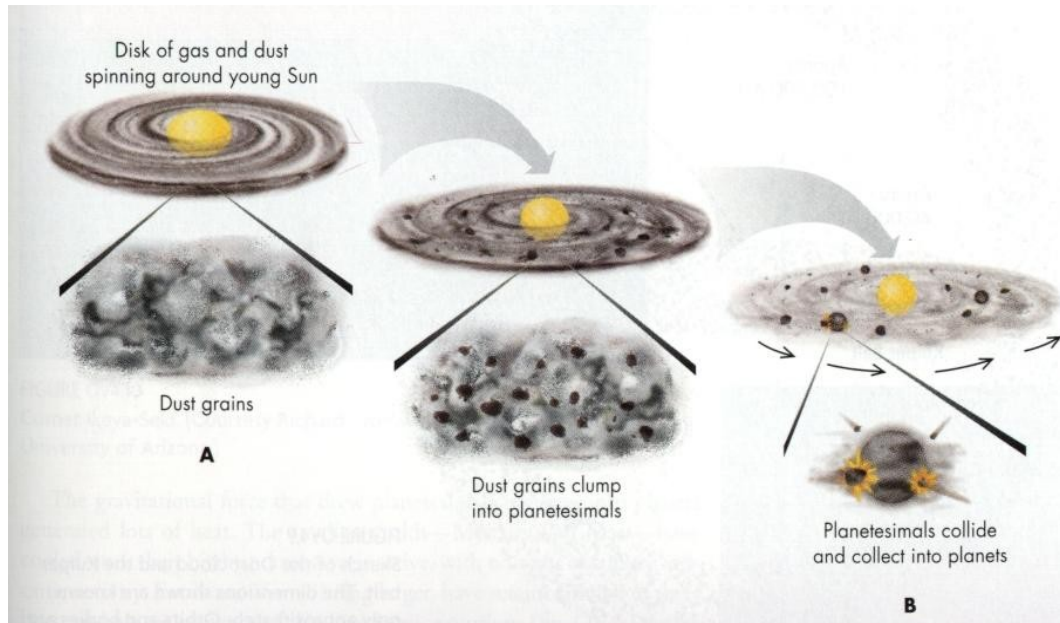
- Hűvösebb bolygók
 - Konvekció
 - Felhők
 - Nagy albedó
- Forró bolygók
 - Konvektív stabilitás
 - Nincsenek felhők
 - Nagy mélységi betekintés
 - Közel fekete test



Bolygó atmoszférák



Bolygókeletkezés



Tisztán akkréció
Sokáig vezető elmélet

Problémák:
Lassú
cm->km skála nem magyarázható

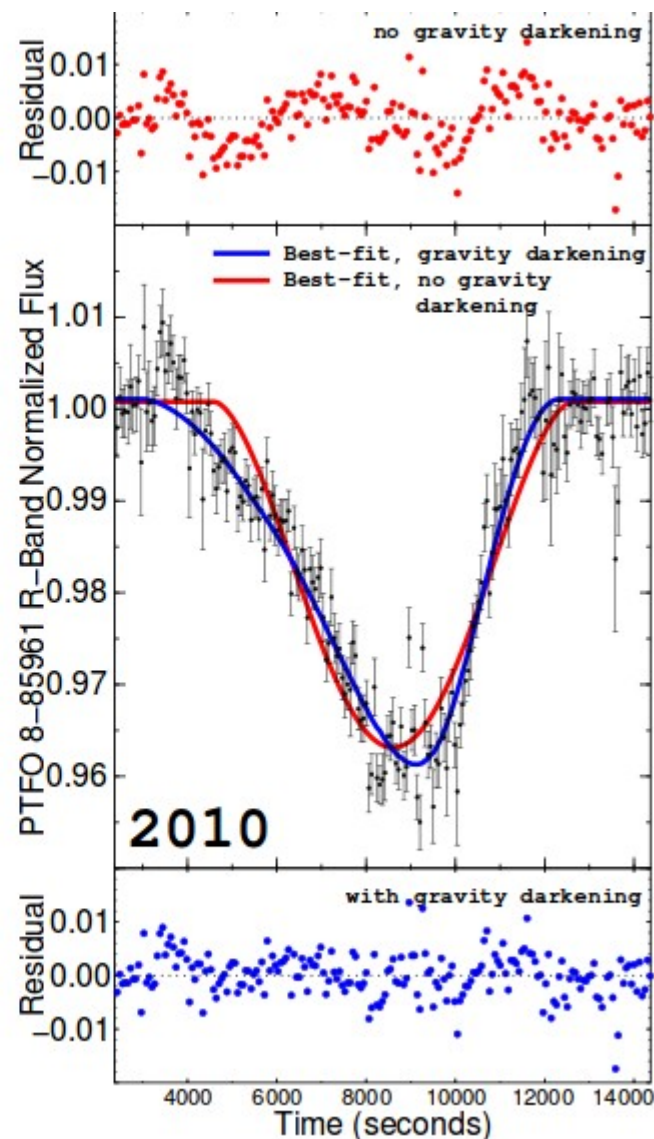
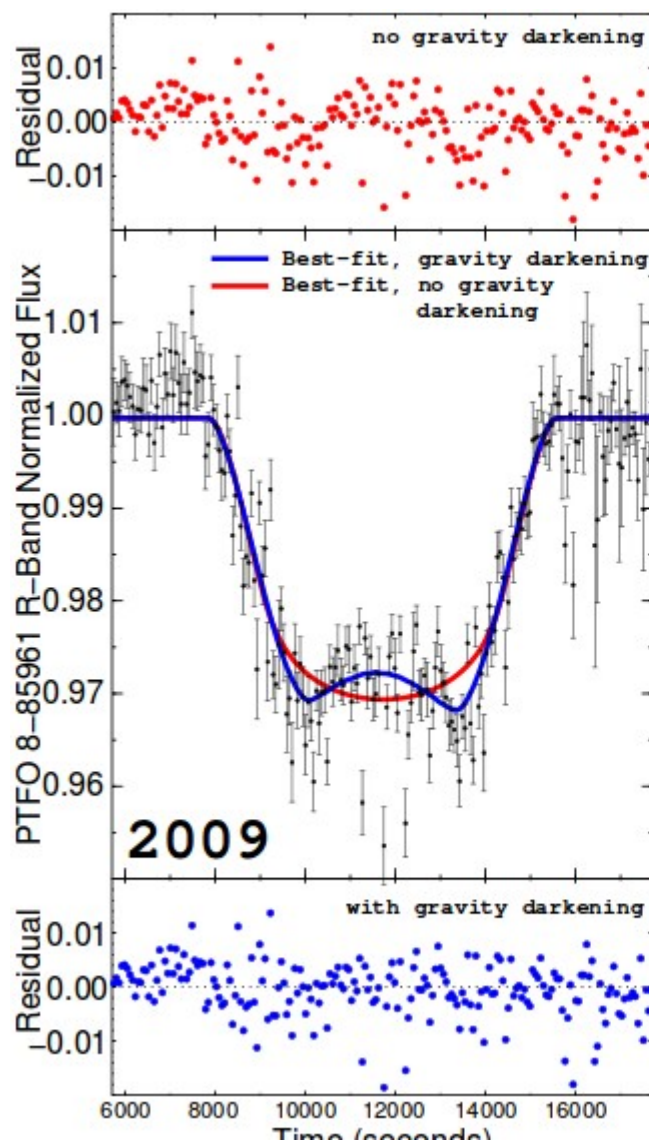
Gáz akkréciós indítás
- vannak nagyon fiatal rendszerek?

A legfiatalabb bolygós rendszer

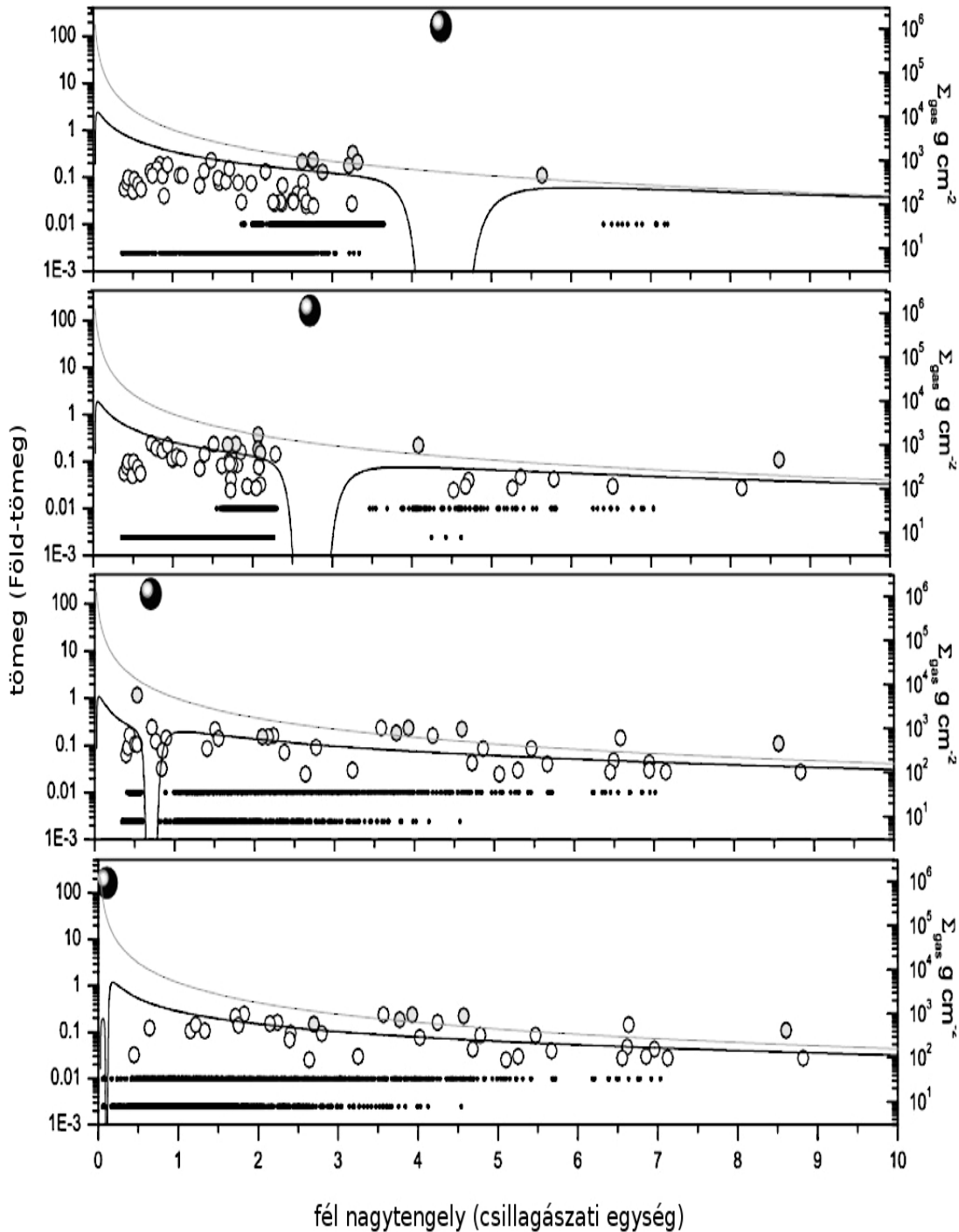
PTFO 8-8695

2.6 millió év (!)

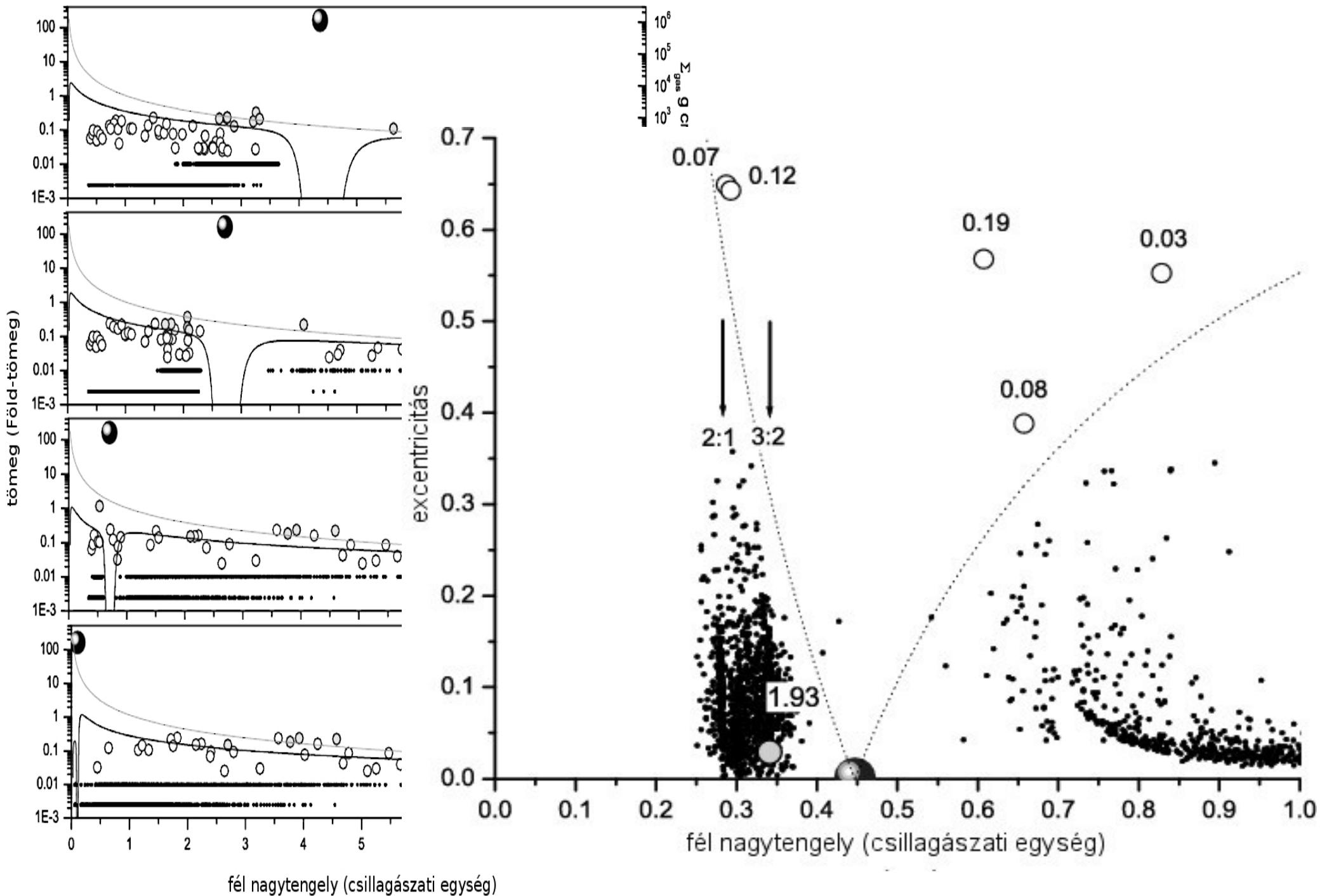
0.4 naptömeg PMS
5.5 Jupiter-tömegű
kísérővel



További bolygók keletkezése



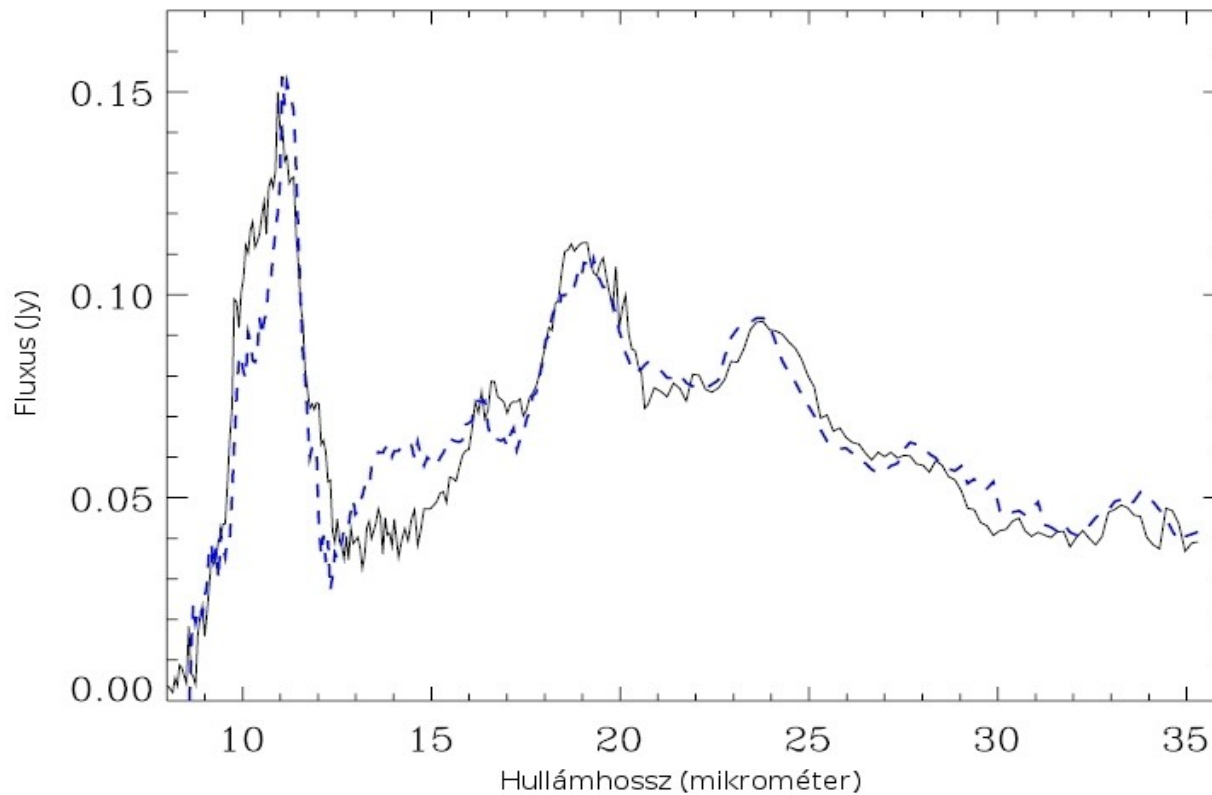
További bolygók keletkezése



Kis égitestek más csillagok körül

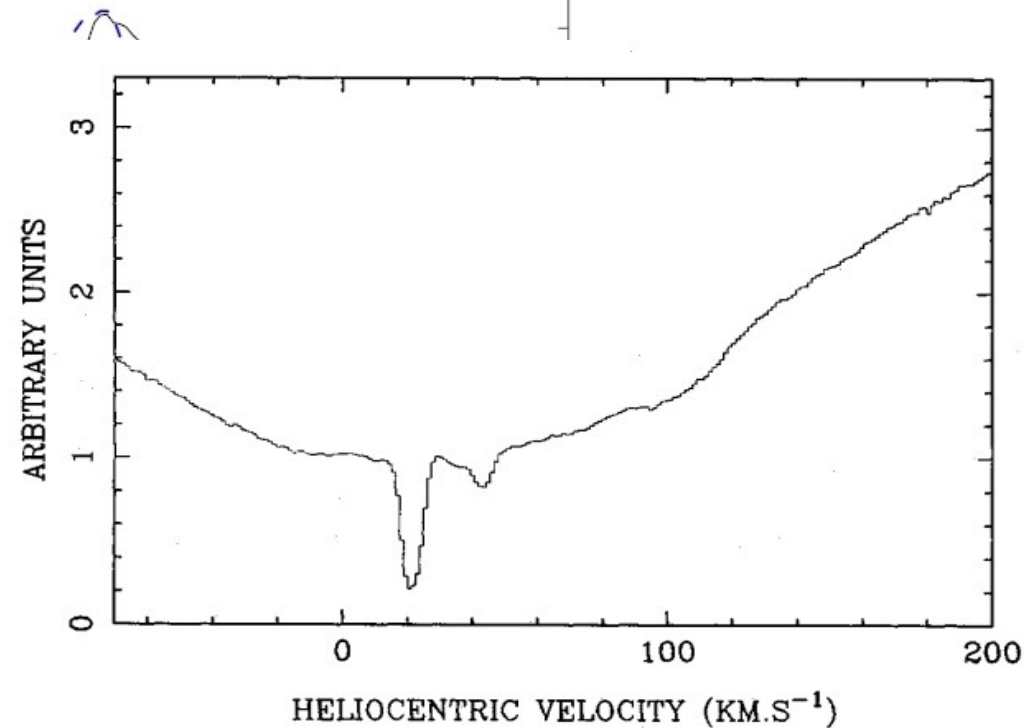
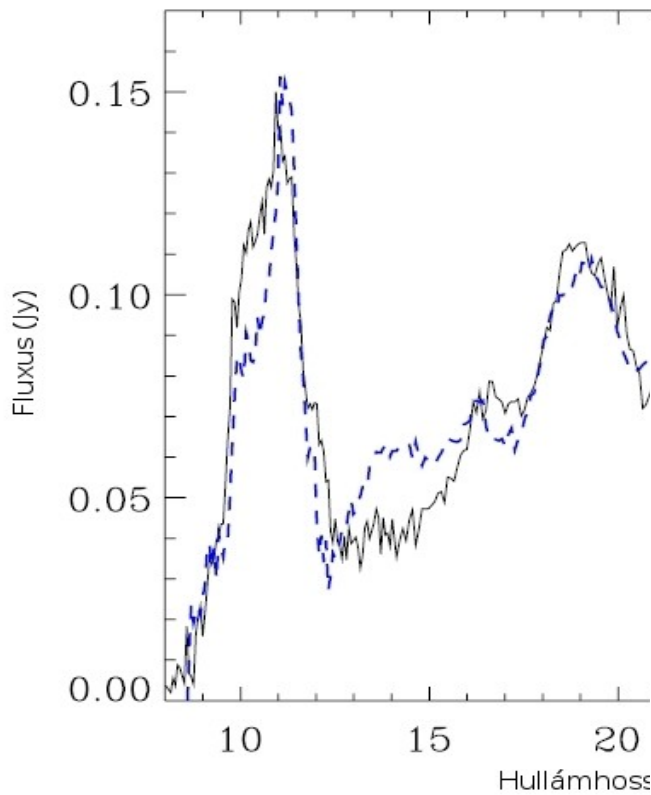


Kis égitestek más csillagok körül



Beichman+ 2005

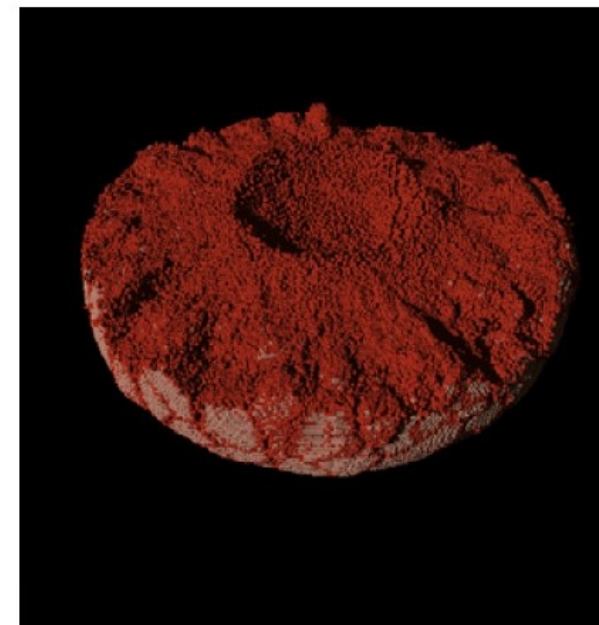
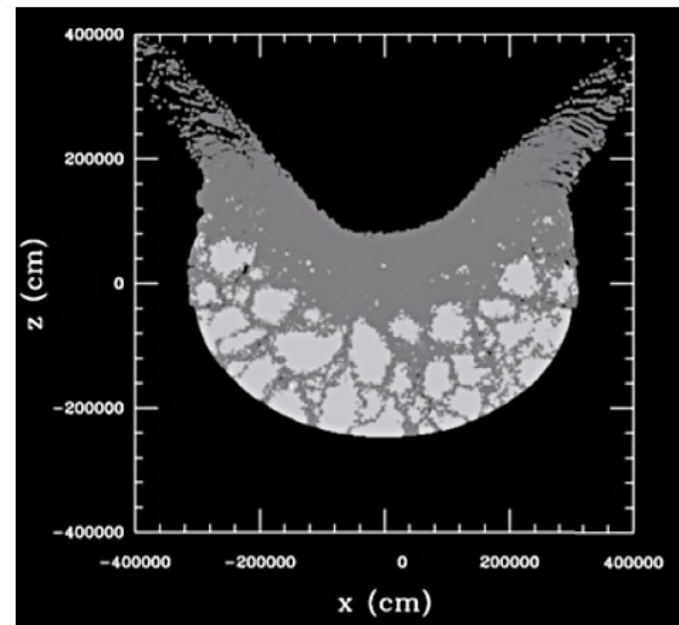
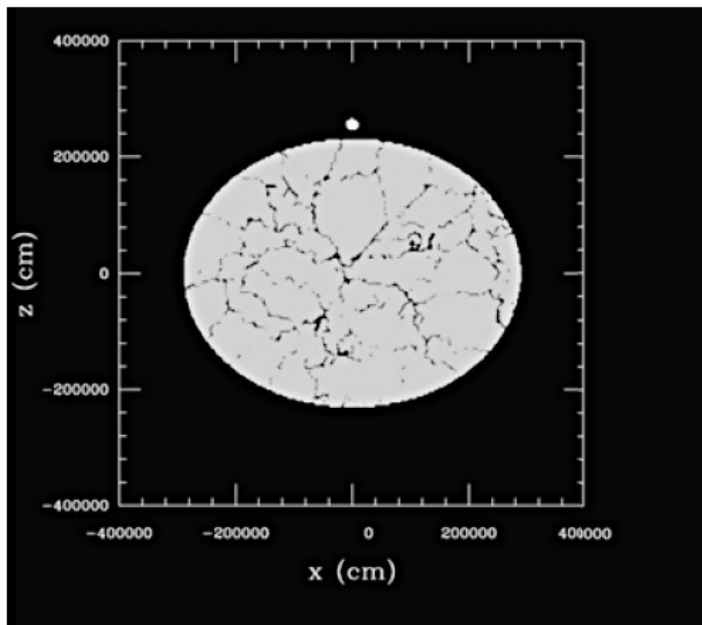
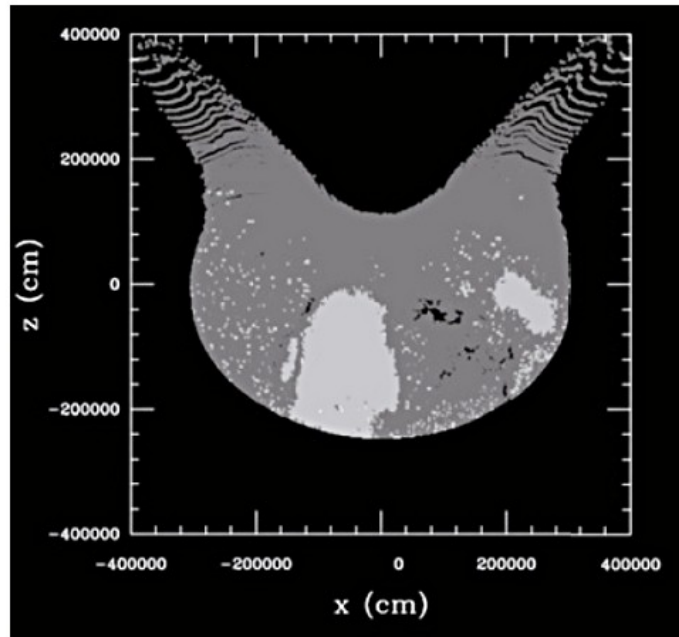
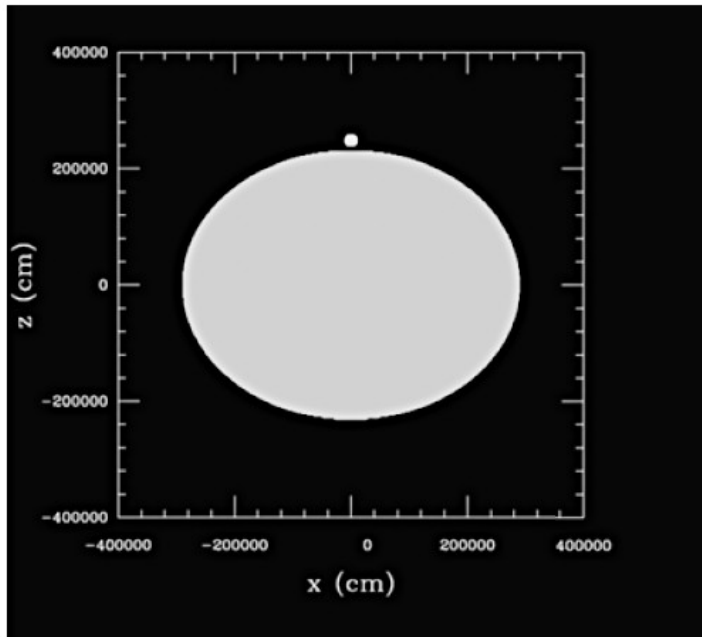
Kis égitestek más csillagok körül



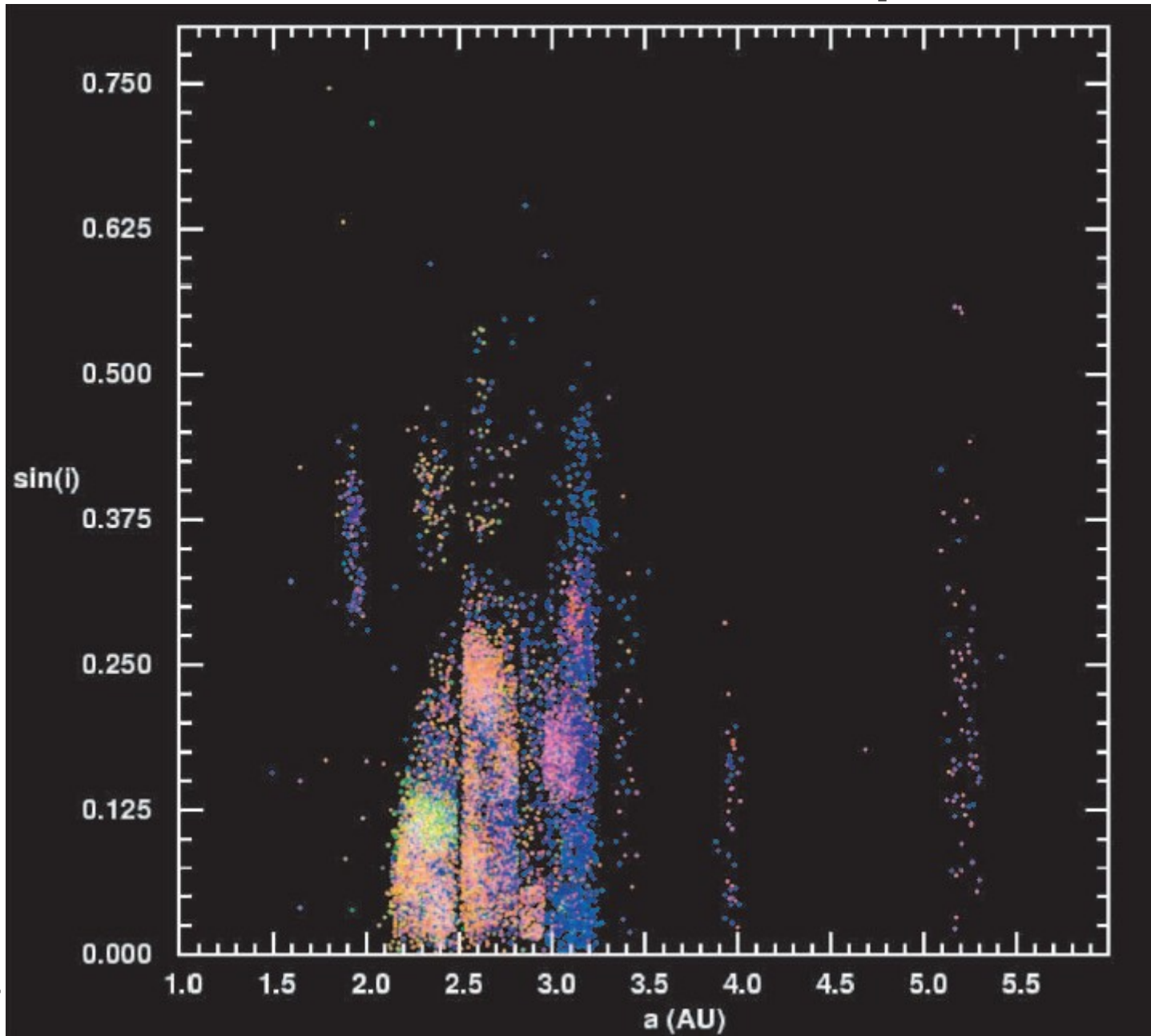
Ütközések szerepe



Ütközések szerepe

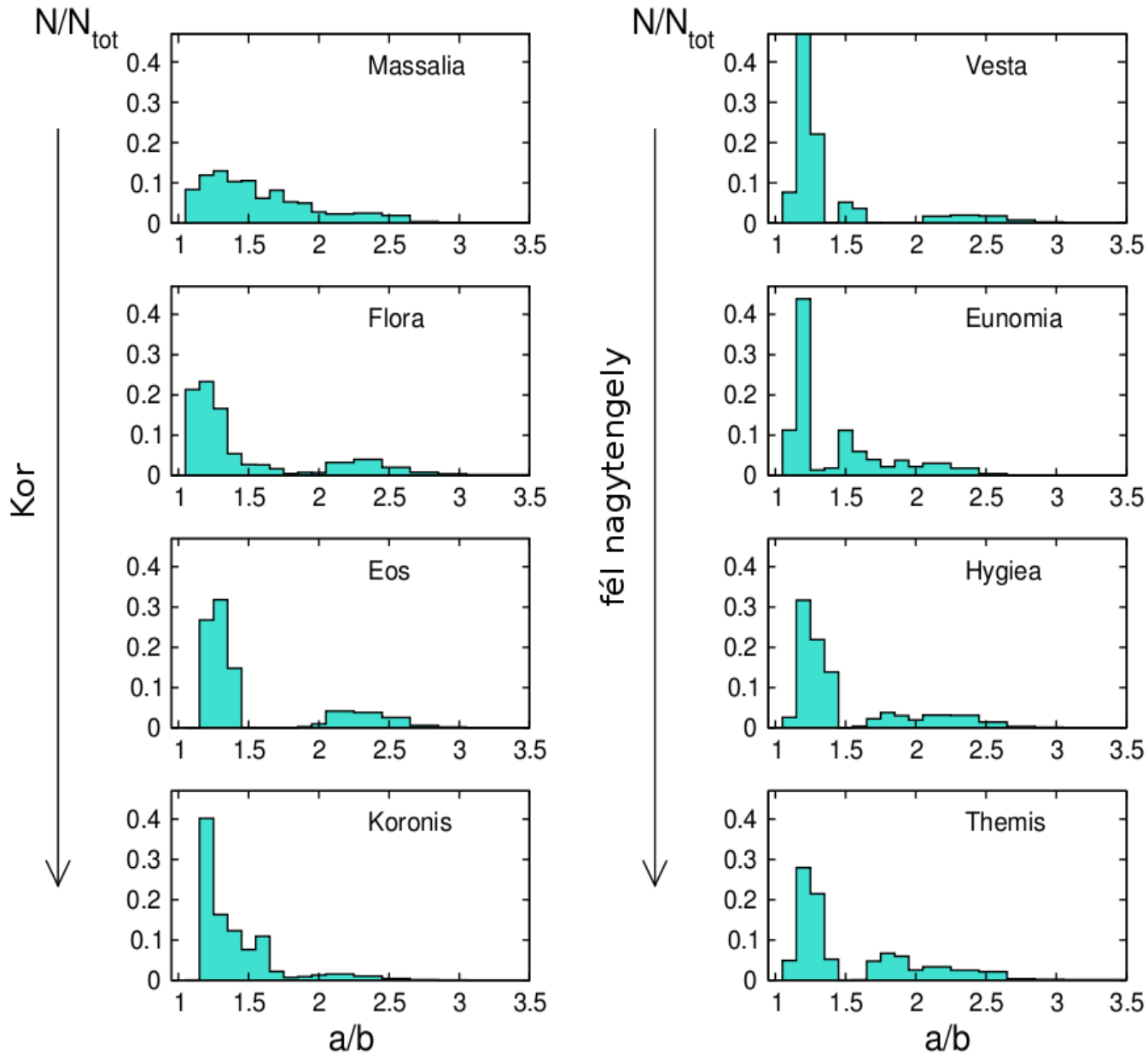


Ütközések szerepe

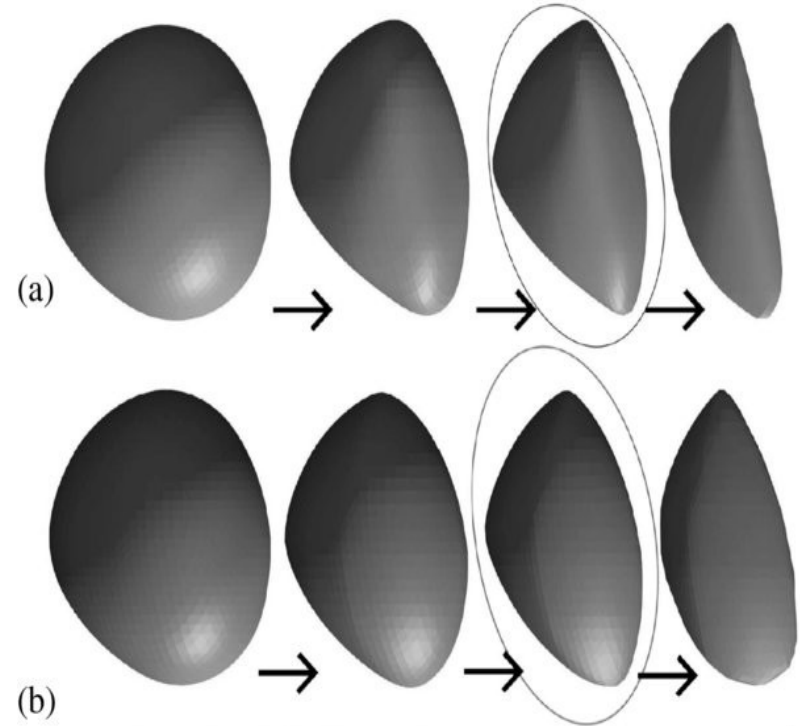
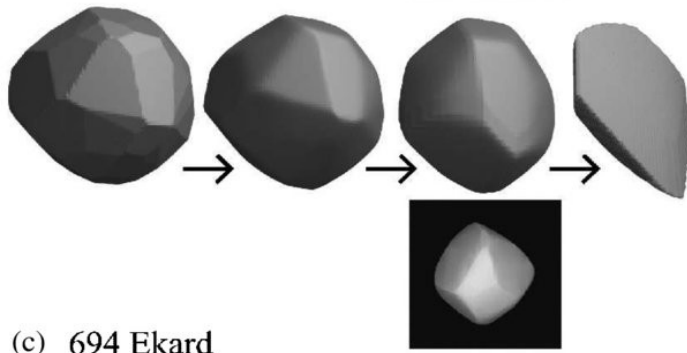
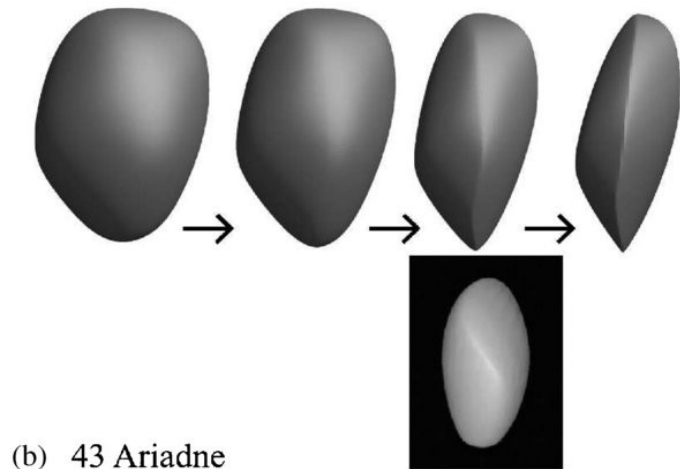
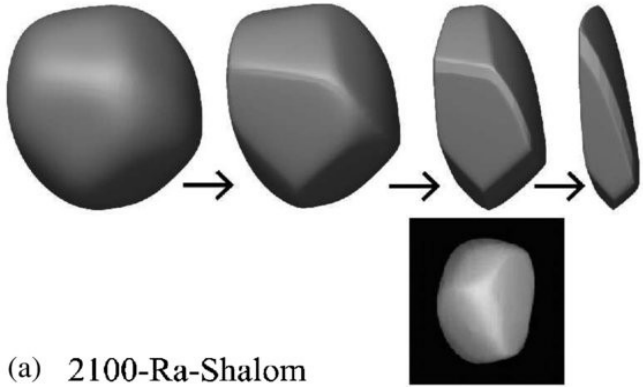


Ivezic+ 2002
Szabó+ 2007

Ütközések szerepe



Ütközések szerepe



(c) 5535 Annefrank

Összefoglalás

- “Exobolygászat”: kísérleti tudomány
- Műszeres és szoftveres fejlődés motorja
- Naprendszer és más naprendszerek
 - szimbiózisban
- Kiemelt médiafigyelem
- Oktatási potenciál minden szinten, több diszciplínában