

18.01.2013.

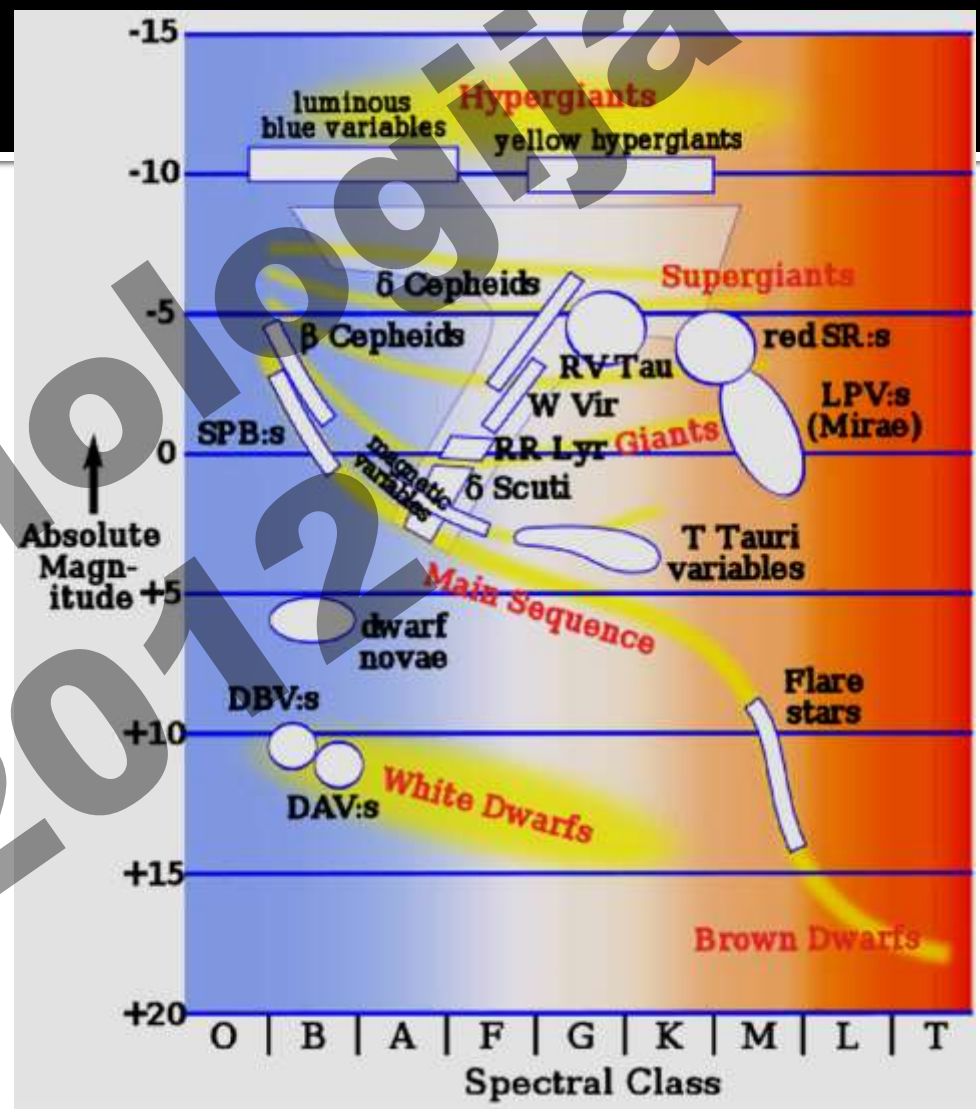
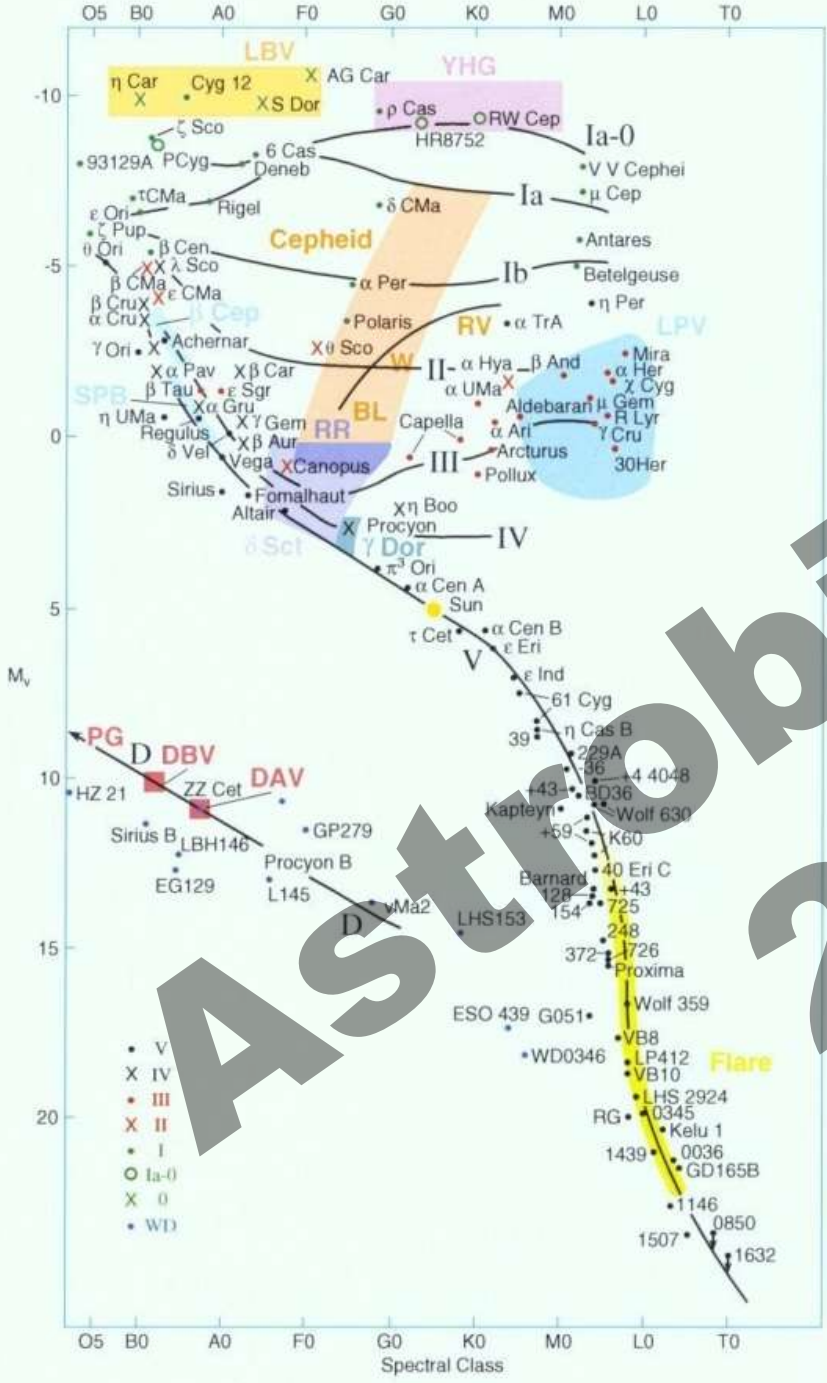
Nastanjivost ekstrasolarnih planeta

Šta je cilj?

- Katalog ekstrasolarnih planeta raste (859, 17. 01.2013.)
- <http://exoplanet.eu/>
- Različite metode: spektroskopske, astrometrijske, tranziti...
- Uz sva ograničenja, katalog postaje sve raznovrsniji – svi modeli ukazuju na $> 10^{10}$ planetskih sistema u Mlečnom putu
- **Koliko je Sunčev sistem tipičan?**

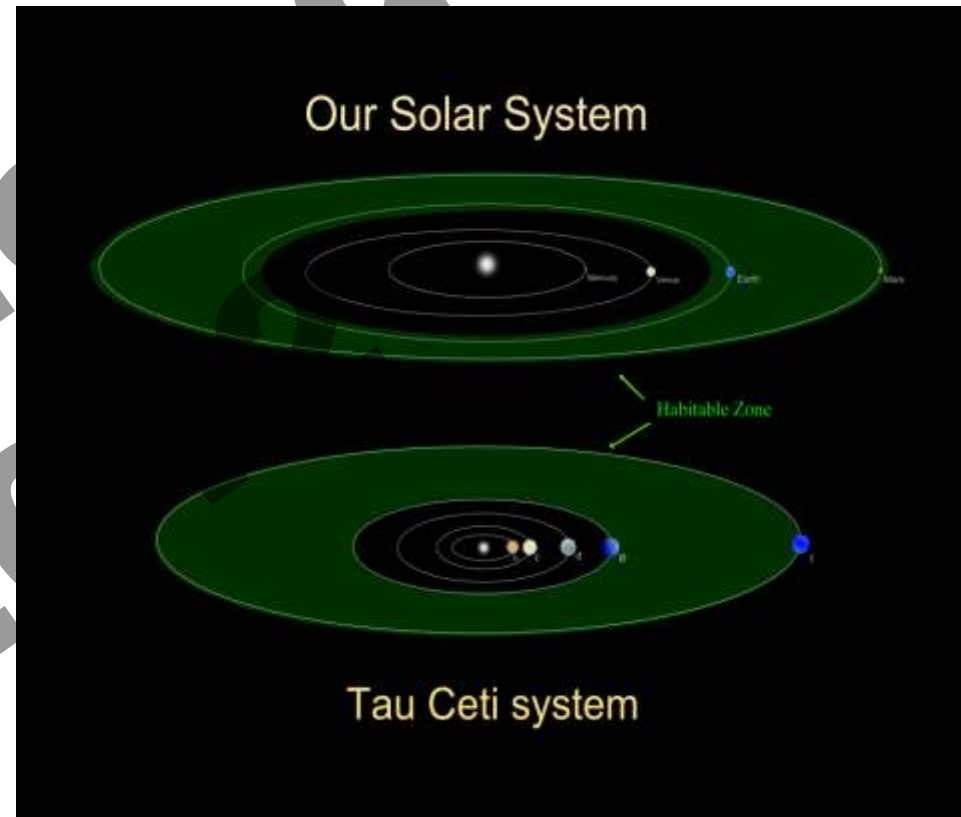
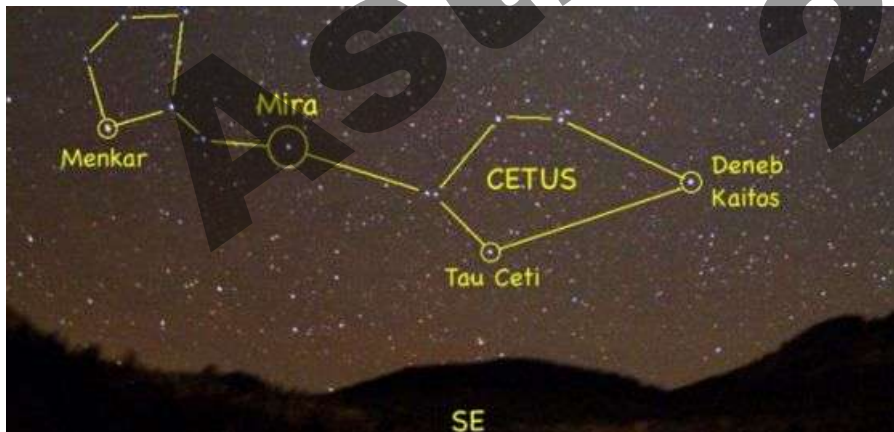
Imati na umu:

- Posmatrački selekcionni efekti su doskora sprečavali detekciju ičega nalik Zemlji!
 - Planete malih masa (i ugaonih veličina) je i dalje veoma, veoma teško detektovati.
 - **Klasična paradigma nastanjivosti:**
pojedinačne zvezde tipova K-F iz tankog diska, visoke metaličnosti.
- +
- (ako ne tražimo samo **nastanjivost**) starost $\geq 1 \text{ Ga}$.

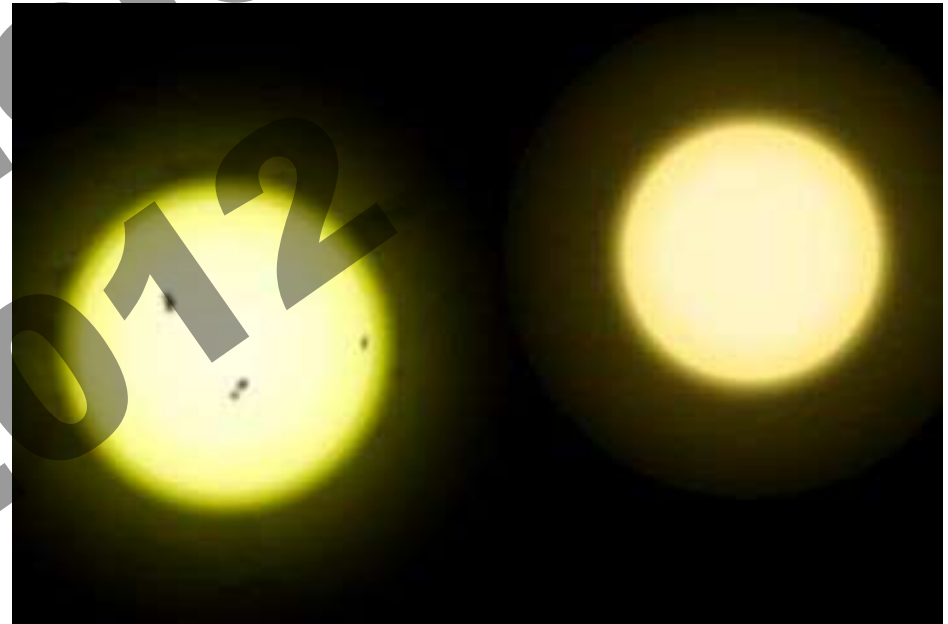


VEOMA intrigantan sused: τ Ceti

- Idealan primer upravo u smislu klasične paradigme
- Tip G8.5, udaljenost 3.65 pc
- Odranije poznat otpadni disk, ali odskora znamo i za planete...
- 19. 12. 2012.: potvrđeno prisustvo čak 5 planeta!
- τ Ceti je „super Zemlja“ sa 4.3 Zemljine mase.
- Disk malih tela i prašine

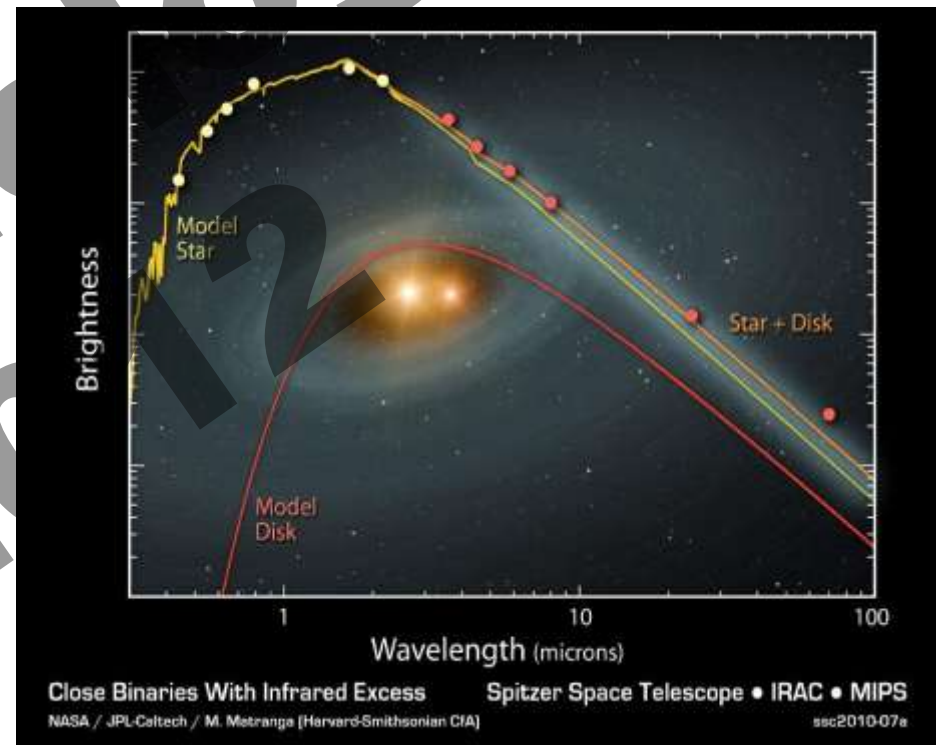


- Atmosferska metaličnost -0.5
- Kontroverza oko starosti...
 - Ranije procena oko 10 Ga;
 - danas smanjena na 5.8 Ga.
- Otpadni disk između 10 i 55 AU, daleko masivniji od Sunčevog analogona...

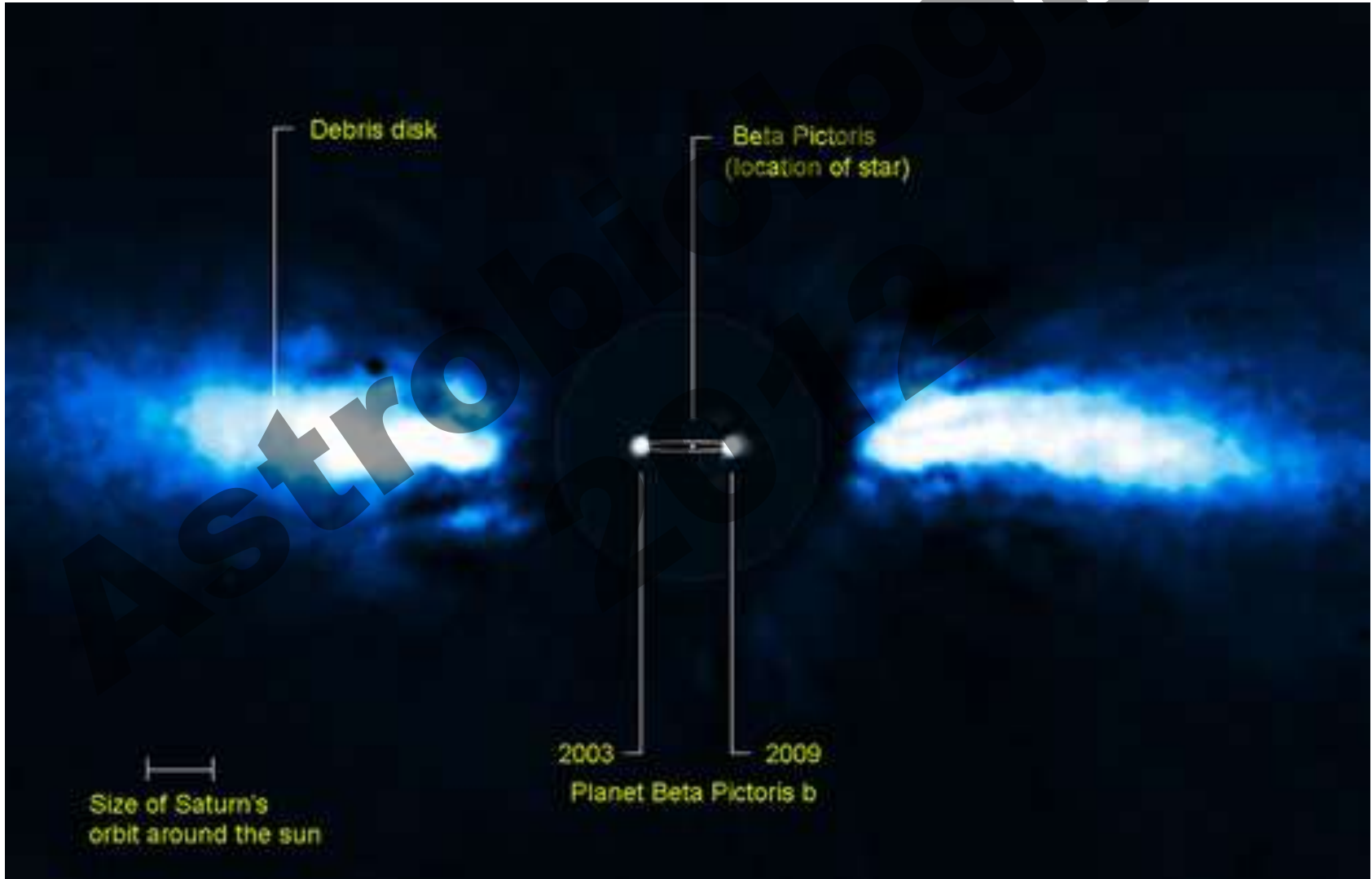


Sveprisutni odpadni diskovi

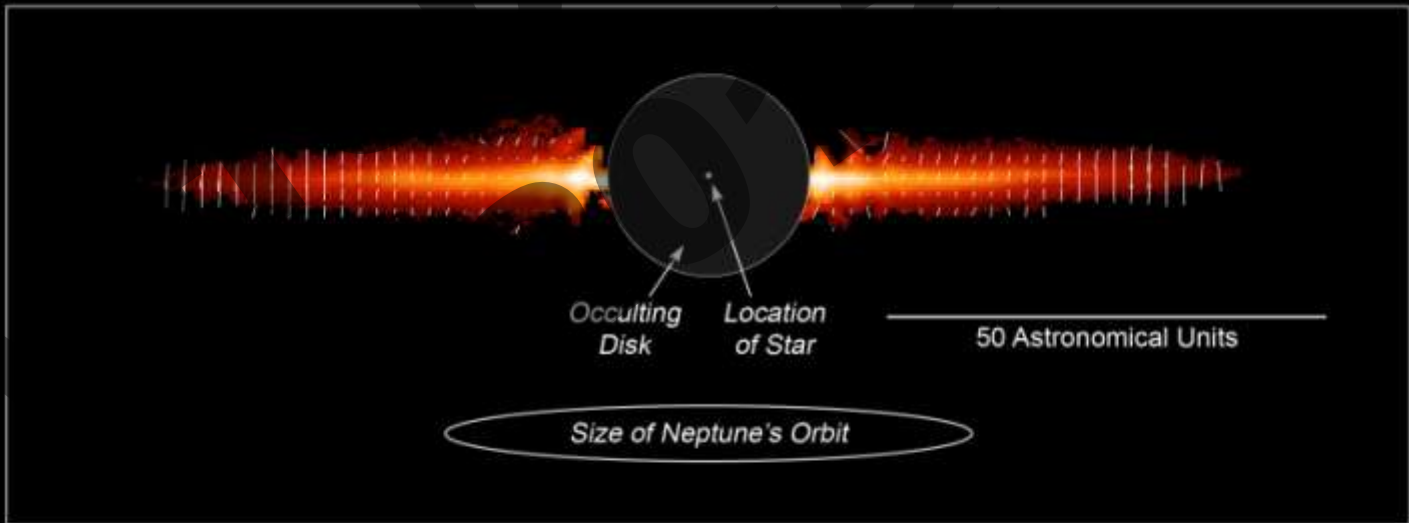
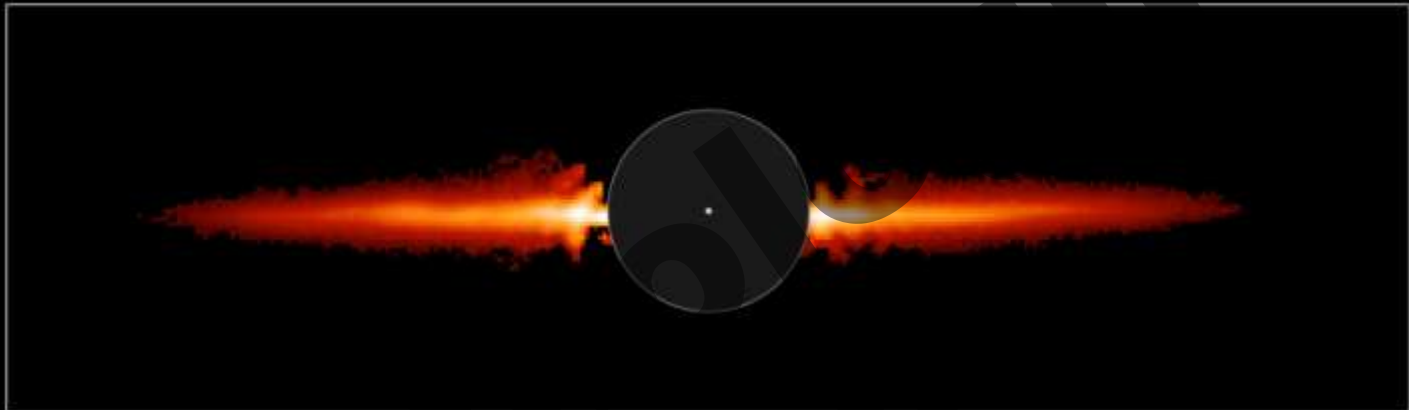
- *Debris disk* – planetezimali i prašina
- Kajperov pojas: nepotpuni analogon
- Skoro 1000 zvezda sa odpadnim diskovima detektovano do danas!
- IC višak – jednostavna metoda detekcije...



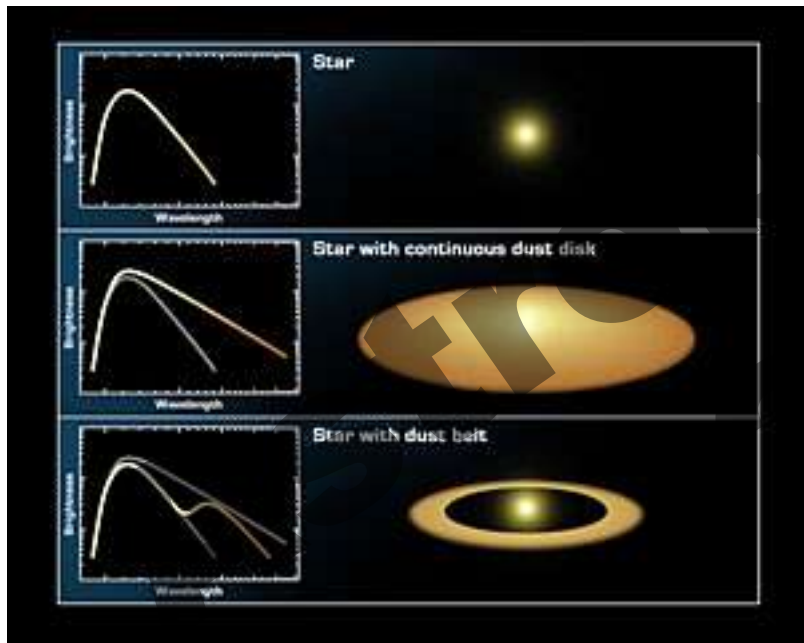
Prototip: β Pic



Još neki primeri

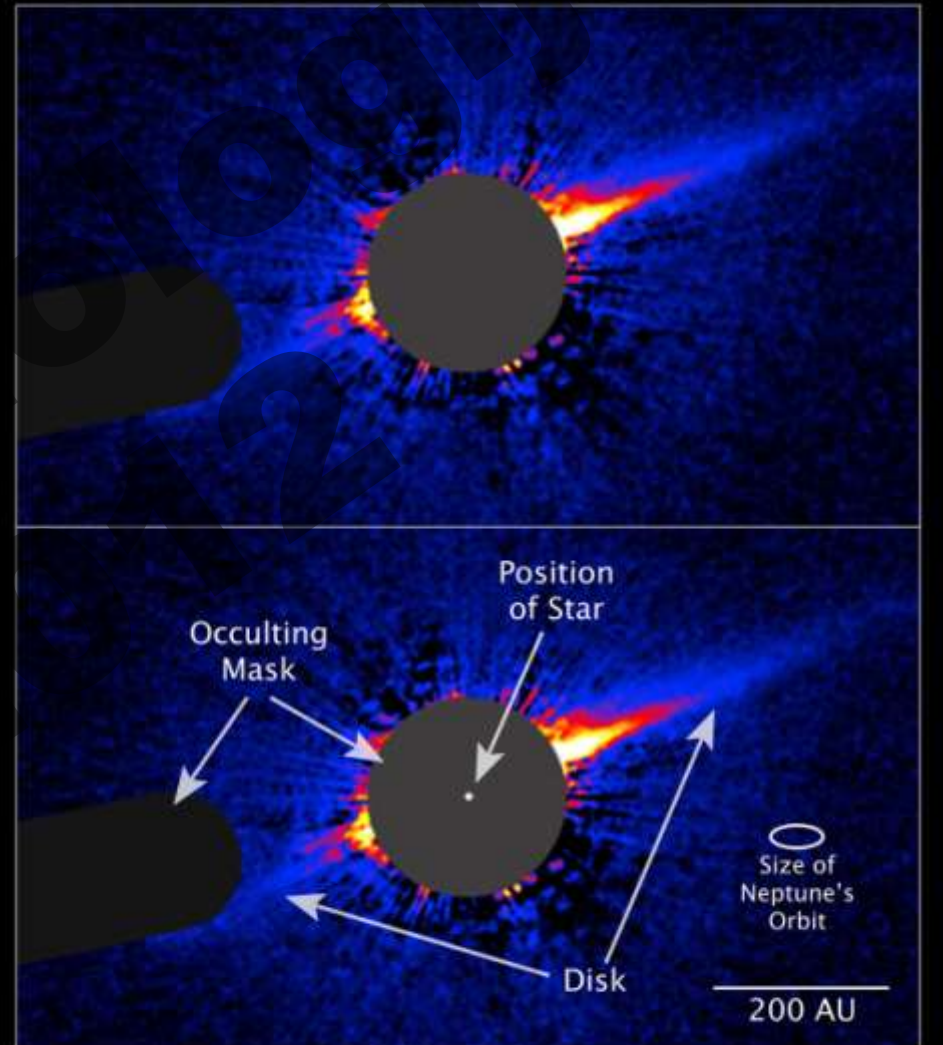


AU Microscopii Debris Disk
Hubble Space Telescope • ACS/HRC



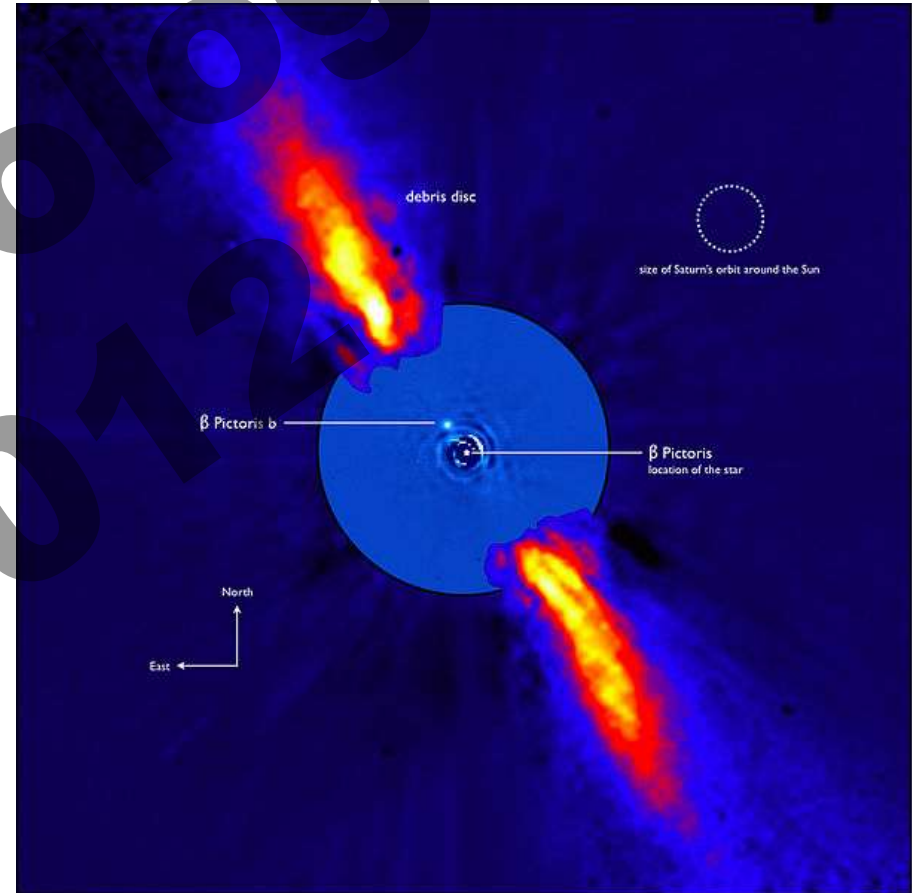
HD 15115 Disk

HST ACS/HRC



Nestabilnosti?

- Interakcija planeta i gasnog diska
 - Rasipanje gasnog diska;
 - Nestabilnosti putanja gasnih džinova; migracija u „vruće Jupitera“?
 - Uklanjanje stenovitih planetezimala iz sistema?
- Nova kosmogonija treba da objasni i „vruće Jupitera“ i stabilnost nekih diskova na duži rok.



Ključna posledica: dve vrste sistema

SNAŽNO PERTURBOVANI

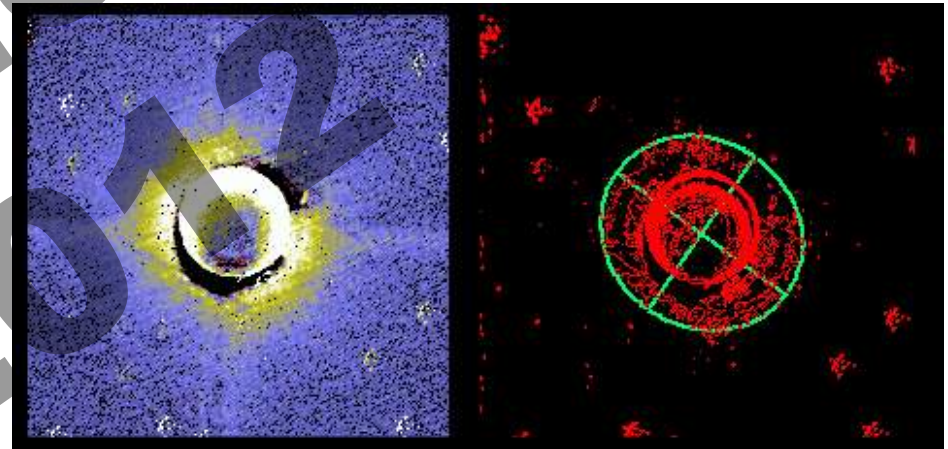
- Nestabilnost: gasni džinovi se suviše brzo formiraju i interaguju sa unutrašnjim diskom...
- ...migrirajući ka unutra!
- „vrući Jupiteri“
- Sav stenoviti materijal biva eliminisan iz sistema!
- Simulacije pokazuju: oko 40%

„MIRNI“

- (Relativno) brzo formiranje stenovitih planeta.
- Ako ne dodje do nestabilnosti u prvih 30 Ma, neće ni doći!
- Stabilni otpadni diskovi na periferiji.
- Teži za detekciju!
- Sunčev sistem?

Još jedan dobar primer: 55 Cancri

- Razdvojeni (1000 AU) dvojni sistem
- Spektralni tip veće komponente KO IV-V, luminoznost 0.63 Solarne.
- Metaličnost +0.31 (!)
- Udaljenost 12.34 ± 0.4 pc
- Disk otkriven 1998, prve indikacije o planetama 2000
- Danas: 5 planeta!



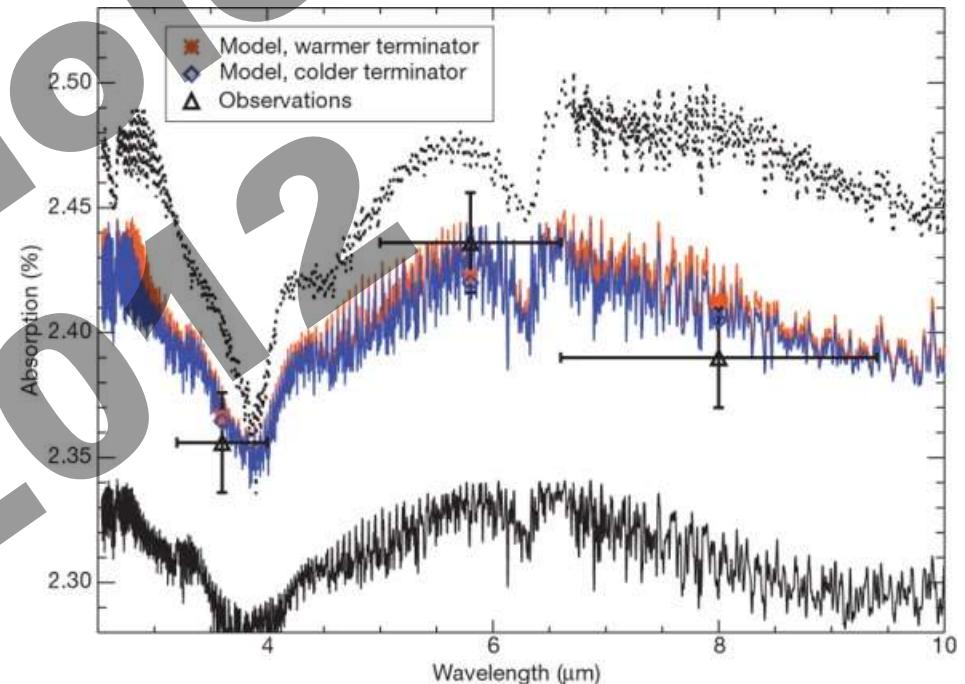
„Nasličniji“ Sunčevom sistemu

- Tranzitna planeta („e“) je super-Zemlja sa 8.63 Zemljine mase i periodom od 0.73 dana.
- „b“ manifestuje **atmosferski tranzit!**
- Četvrta planeta („f“) se nalazi u nastanjivoj zoni, ima oko 0.15 mase Jupitera...
- „b“ i „c“ su u 1:3 rezonanci



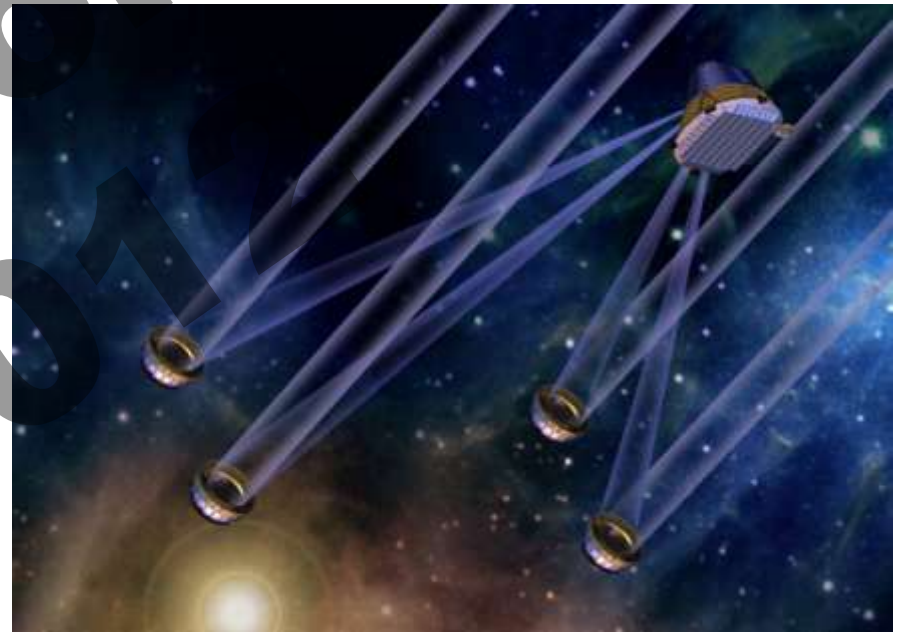
Ključni koncept: BIOMARKERI

- Slobodni O, ozon, metan, ...
- Ne postoji nikakva **zadata lista**: veoma aktivno polje!
- Tinetti et al. 2007: vodena para u atmosferi HD 189733b



Ima i loših vesti...

- Dugo planirani TPF i definitivno otkazan ...
- TPF-I (interferometar), TPF-C (koronograf)
- *Space-based* interferometrija **jeste** biće najpouzdaniji način za detekciju planeta nalik Zemlji...



Nastanljivost ekstrasolarnih planeta...

- ...ima sve šanse da postane najznačajnija tema istraživanja u čitavoj astronomiji narednih decenija!
- Različiti aspekti: posmatrački, planetološki, hemijski, biomarkeri, itd.
- Sledeći put: nastanljivost i povratna sprega...

