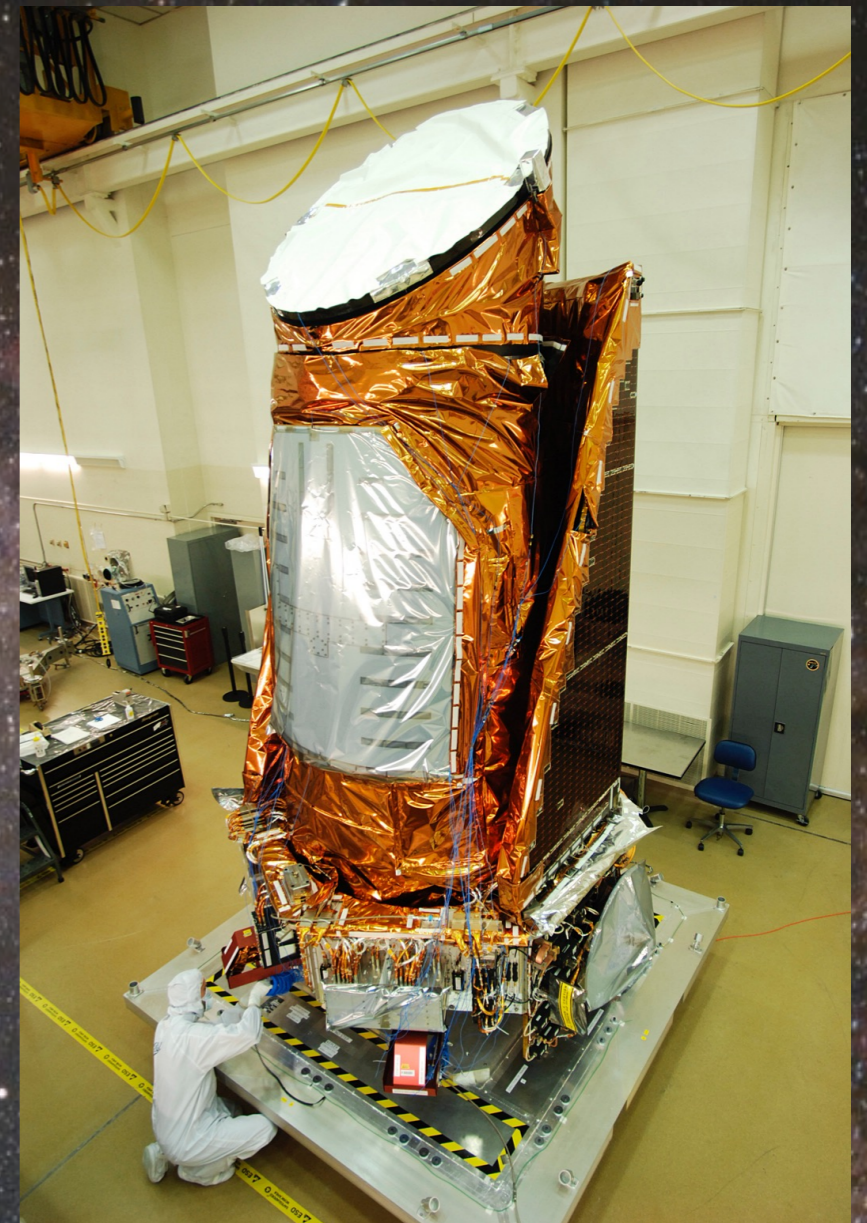


Idegen világok nyomában: bolygók más csillagok körül

Kiss László
akadémikus

MTA CSFK CSI

ELTE "A Fizika Tanítása", 2015. június 13.



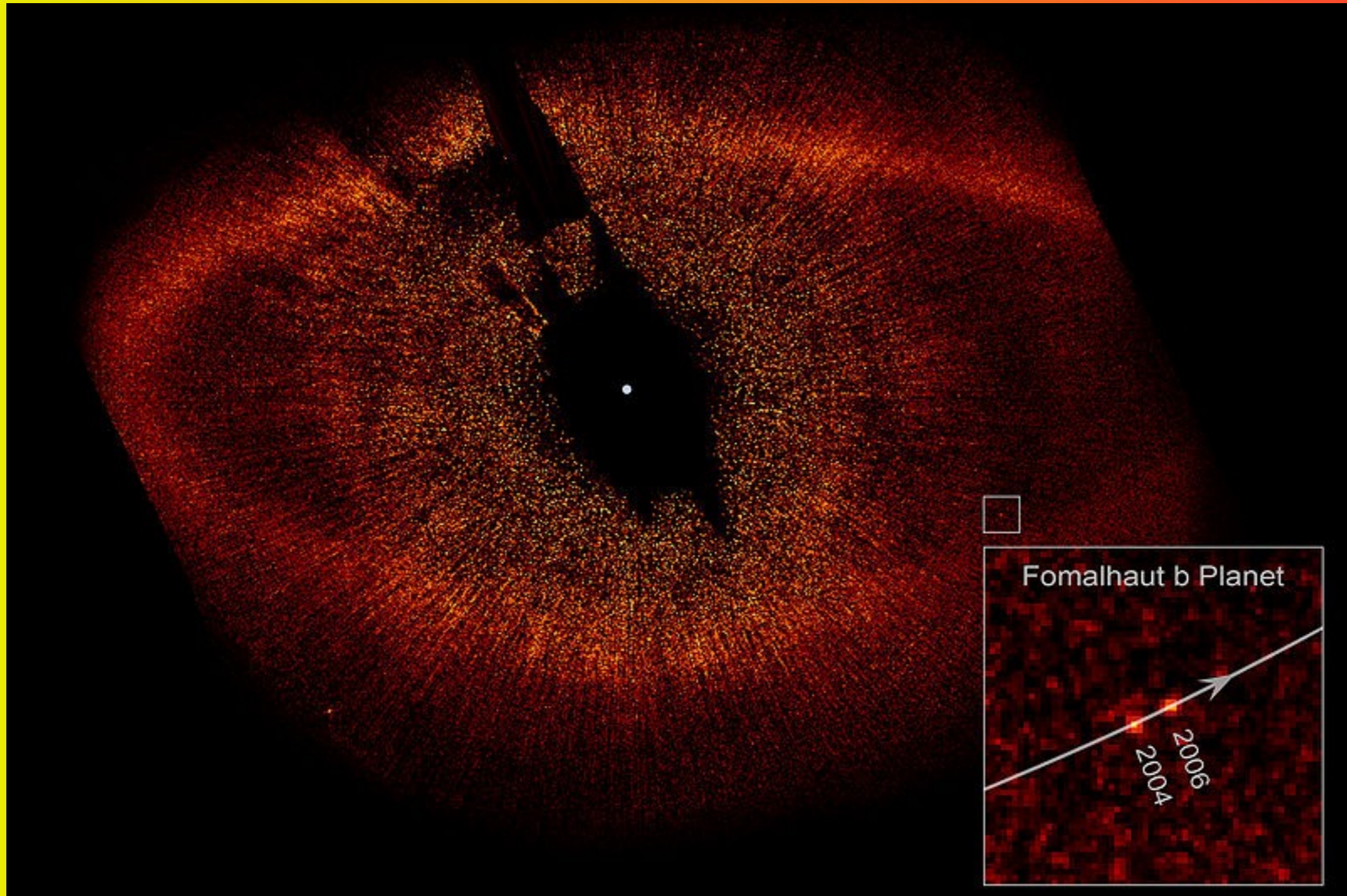
A következő 90 percben

- Amiről szó lesz:
 - exobolygók - világok más csillagok körül
 - precíziós optikai spektroszkópia és űrbéli fényességmérés
 - exoholdak, exoüstökösök
 - fotometriai műholdak

Az exobolygók nyomában

- Exobolygók – más csillagok körül keringő bolygók
- Már ókori görögök is (Epikurosz, Démokritosz)
- Giordano Bruno
- 1992: pulzár körül exobolygó (Wolszczan & Frail)
- 1995: Major & Queloz: 51 Pegasi bolygója
- Ma: több ezer csillag körül ismerünk bolygórendszert

Közvetlen képalkotás - még ritka



Exobolygók: 51 Pegasi (1995)

ARTICLES

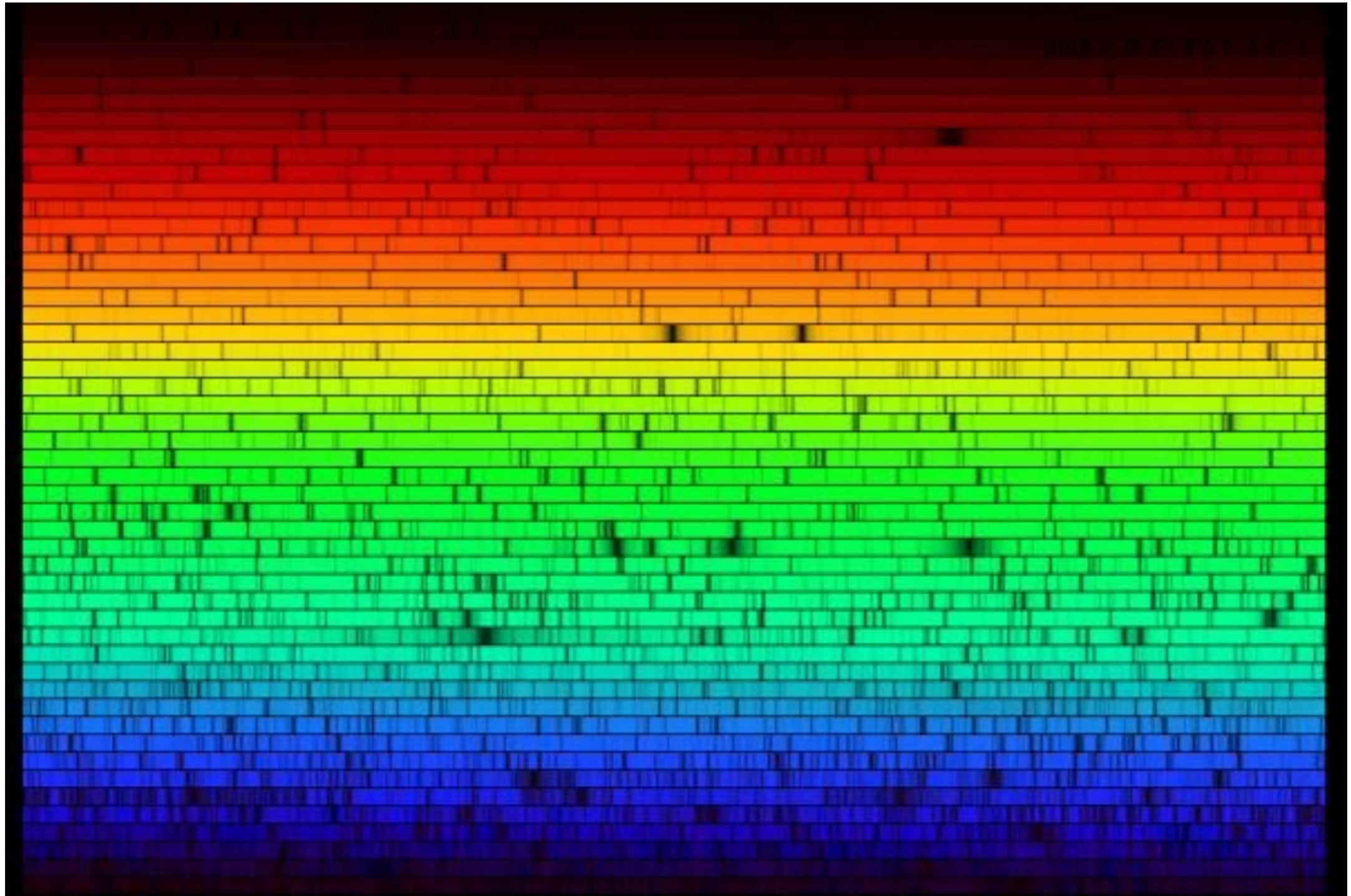
A Jupiter-mass companion to a solar-type star

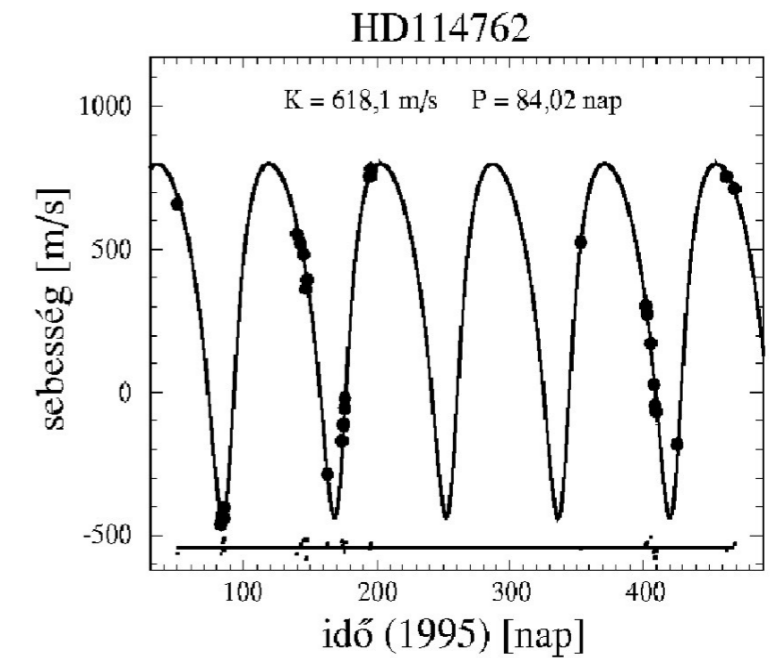
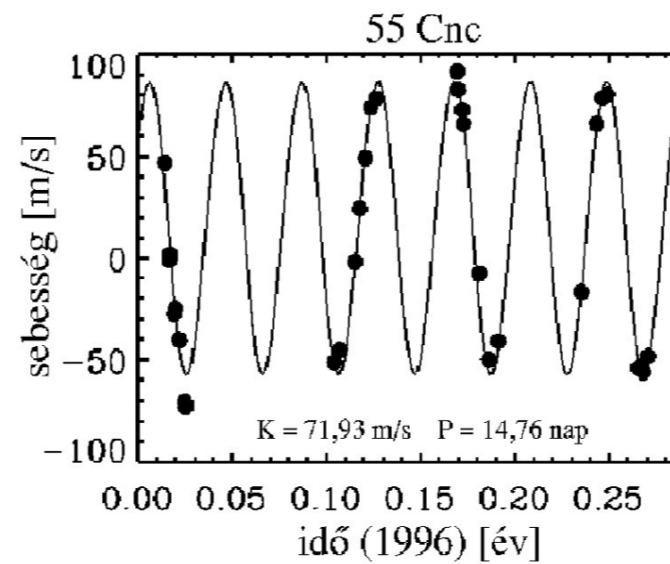
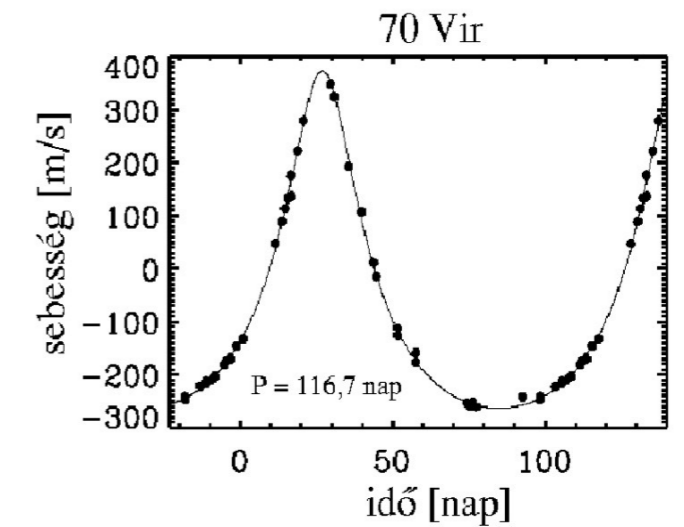
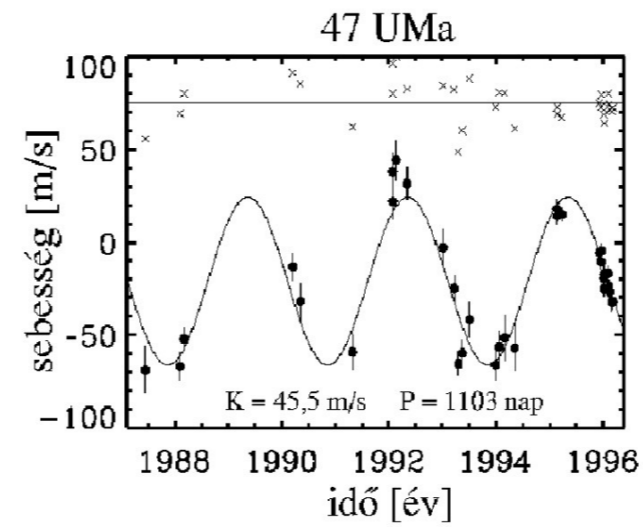
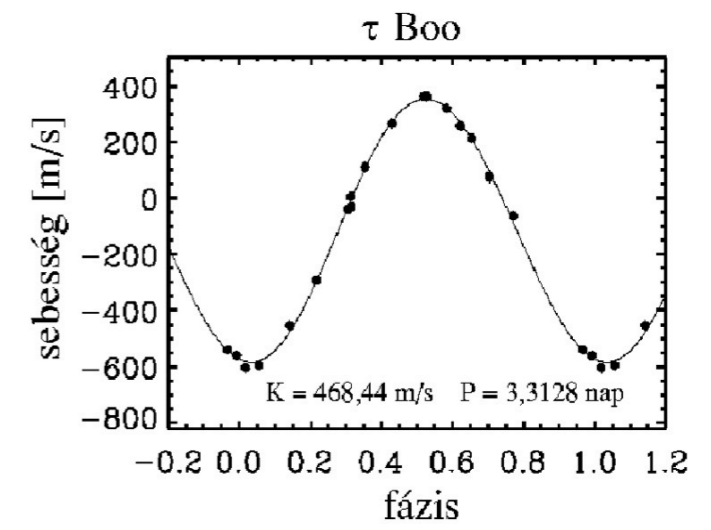
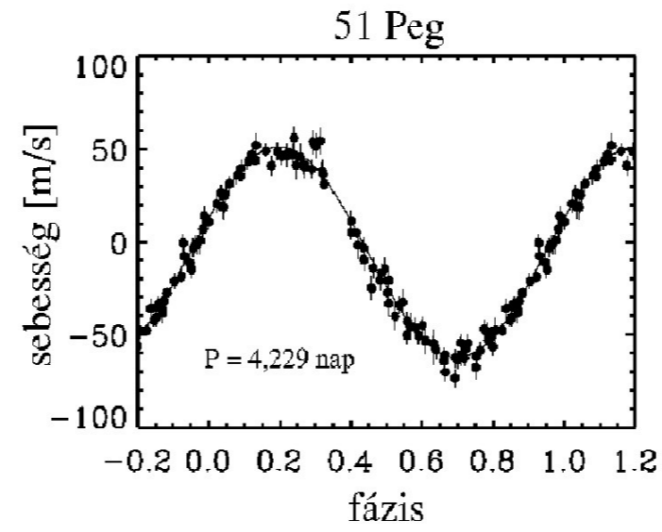
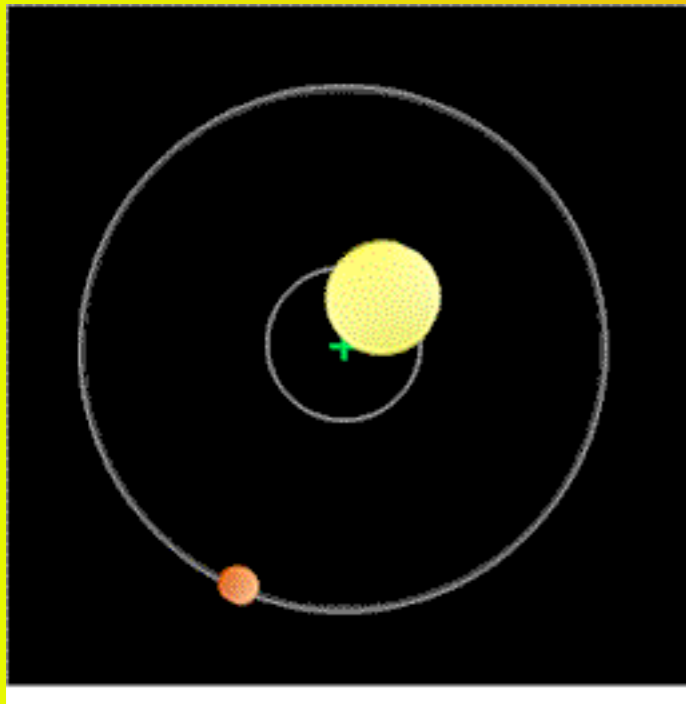
Michel Mayor & Didier Queloz

Geneva Observatory, 51 Chemin des Maillettes, CH-1290 Sauverny, Switzerland

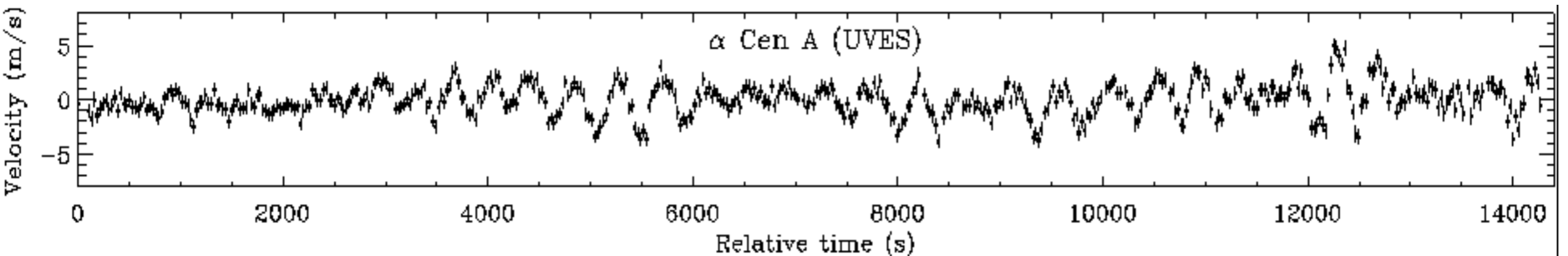
The presence of a Jupiter-mass companion to the star 51 Pegasi is inferred from observations of periodic variations in the star's radial velocity. The companion lies only about eight million kilometres from the star, which would be well inside the orbit of Mercury in our Solar System. This object might be a gas-giant planet that has migrated to this location through orbital evolution, or from the radiative stripping of a brown dwarf.

A Nap spektruma





Az alfa Cen A az UVES/MLT műszerrel



Pontosság: 50-70 cm/s. 3 s expozíciók, 8m-es távcső, a déli ég 3. legfényesebb csillaga

Butler et al. (2003)

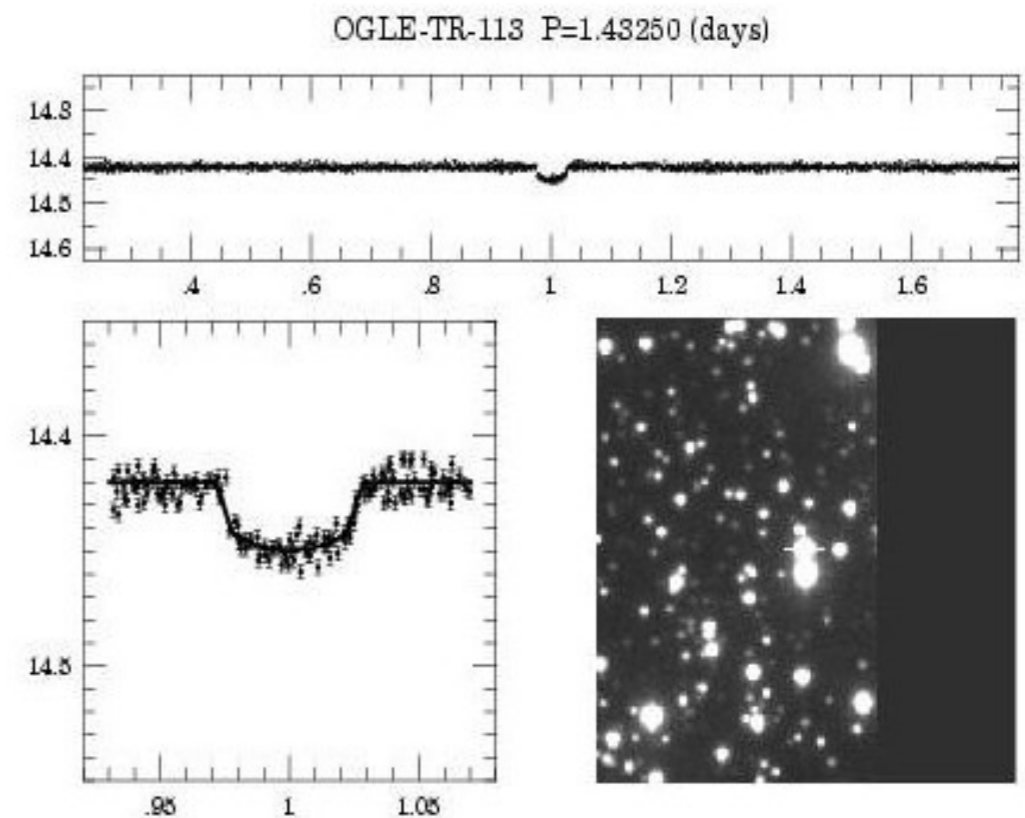
Pontosság: 10-50 cm/s. 10-20 perc expozíciók, 1-4m-es távcsövek, szabad szemmel látszó csillagok (kb. 6000)

Néhány csoport (2015)

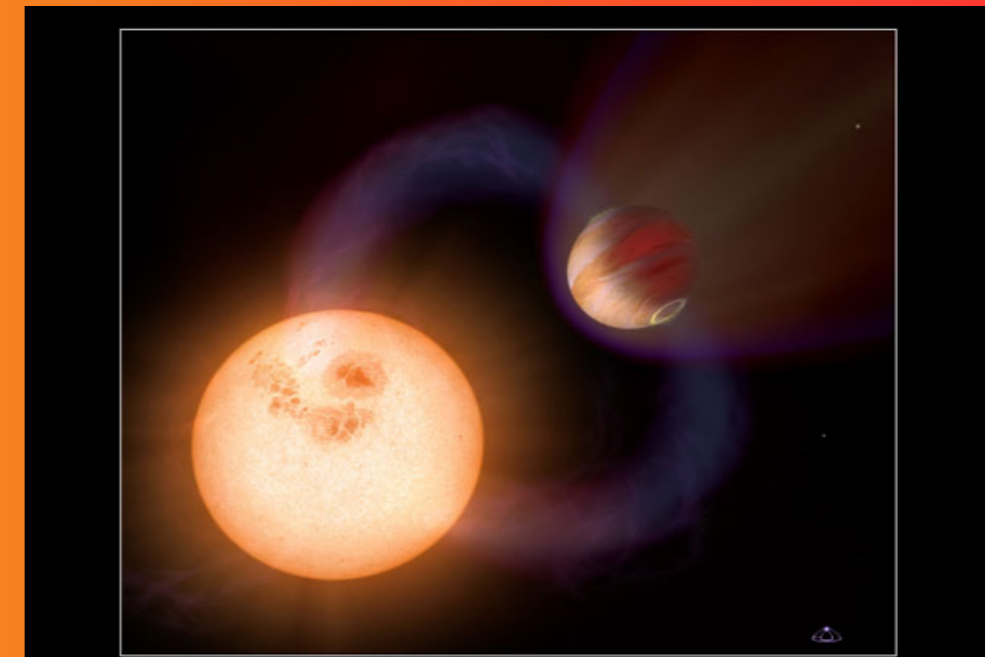
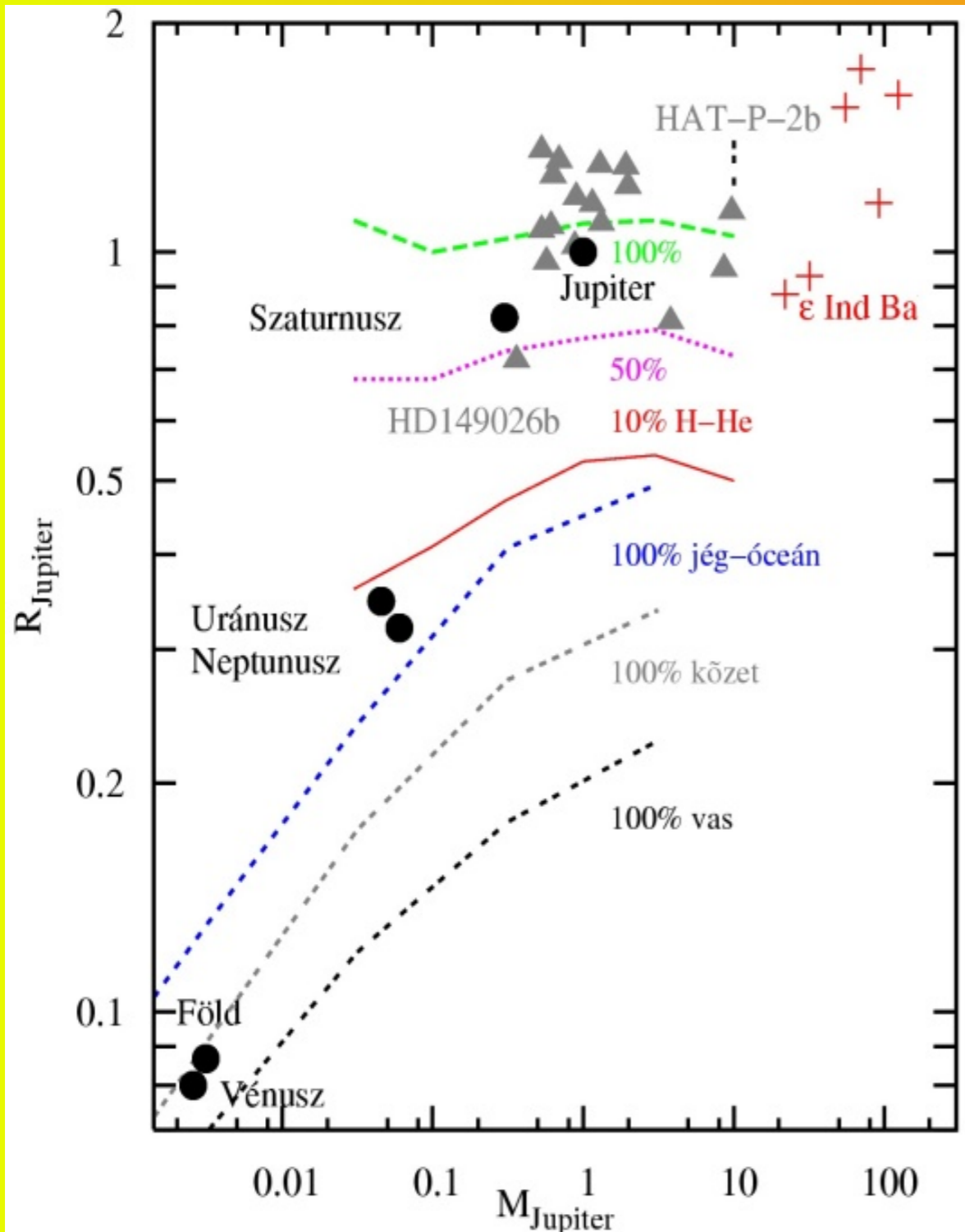
Más csillagok napfogyatkozásai

Fedési exobolygók: a bolygó elhalad a csillag előtt, és kitakarja. Ebből megállapítható, kiszámítható, detektálható:

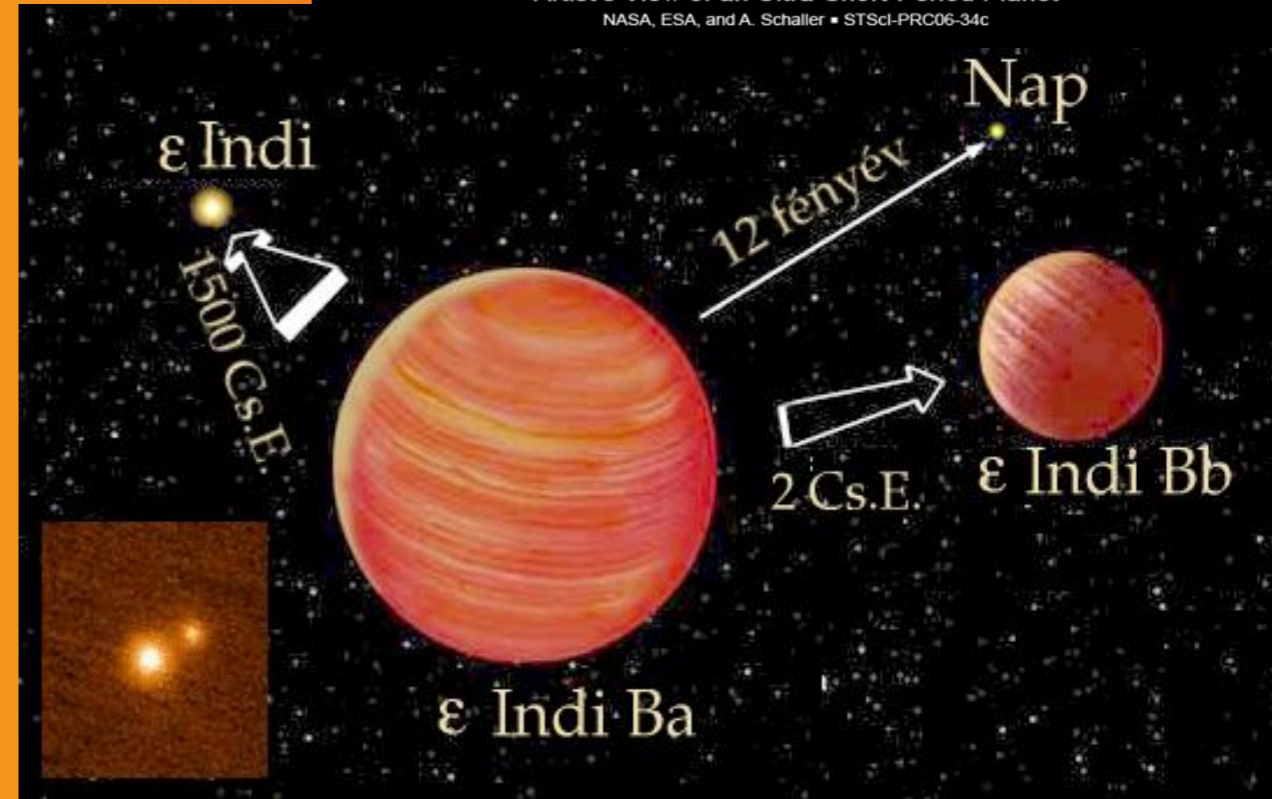
- a valós méret (a csillagsugár arányában)
- a sűrűség
- a bolygó szerkezete!
- a bolygóléggör színeképe
- a visszavert fény
- a bolygóléggör szerkezete
- a csillag légkörének szerkezete



Belső szerkezet diagnosztikája



Artist's View of an Ultra-Short-Period Planet
NASA, ESA, and A. Schaller • STScI-PRC06-34c



Kepler-űrtávcső

A Kepler célja Föld típusú, lakható bolygók felfedezése a fedési módszerrel

Szimultán észlelt több mint 150 ezer csillagot

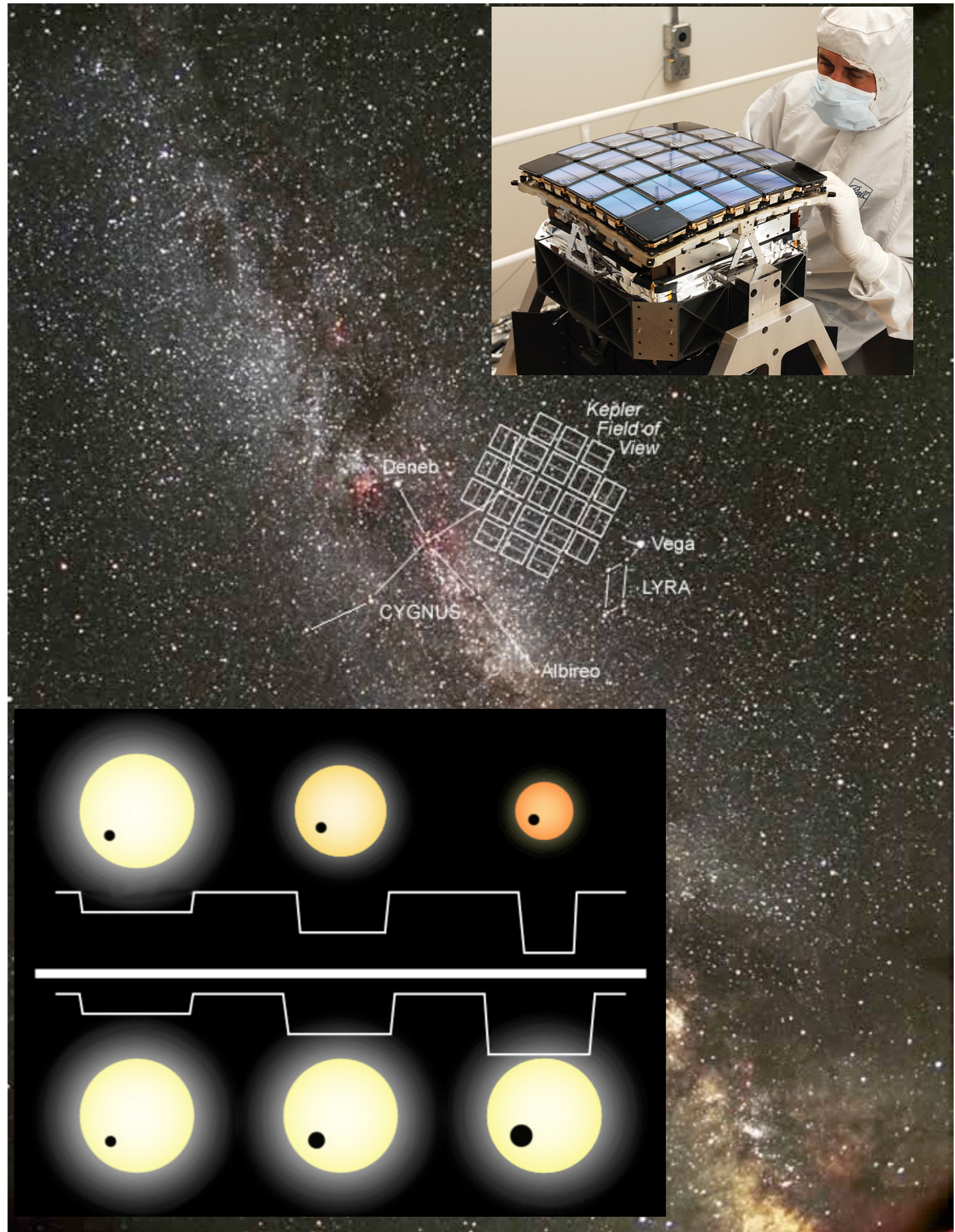
95 cm-es belépő nyílású Schmidt-távcső, látómezeje mintegy 100 négyzetfok, 42 CCD-ből álló mozaikkal

Fotometriai pontosság:

A zaj < 20 ppm 6,5 órányi mérés után egy 12 magn. Nap típusú csillagra

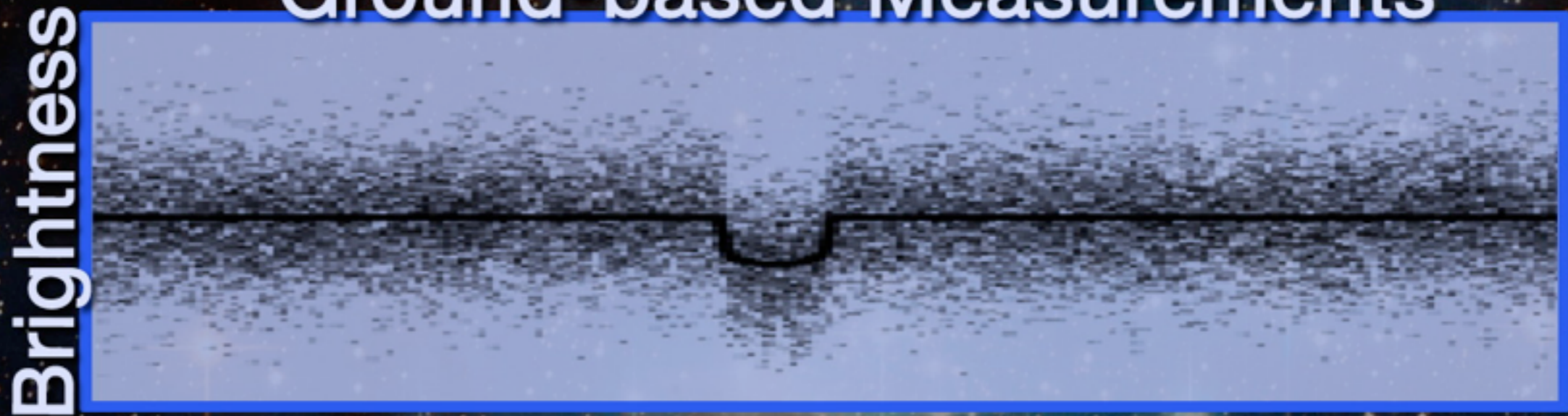
=> 4-sigma detektálás egy exoföld tranzitja esetén.

Heliocentrikus pálya, 2009-2013

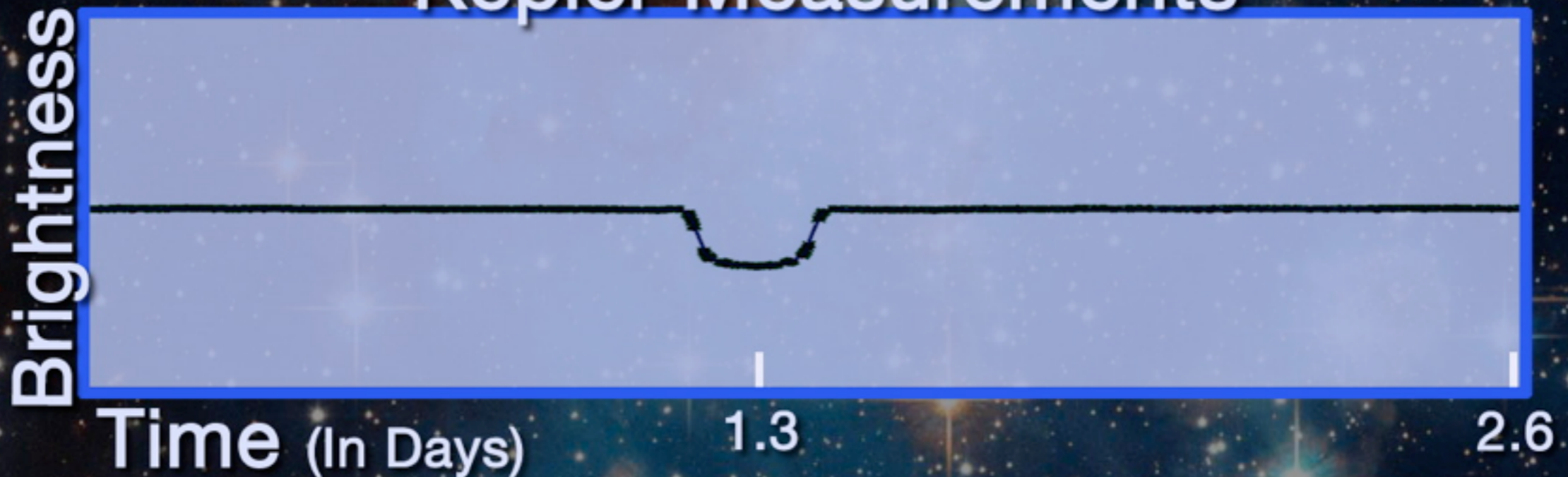


HAT-P-7 Light Curves

Ground-based Measurements



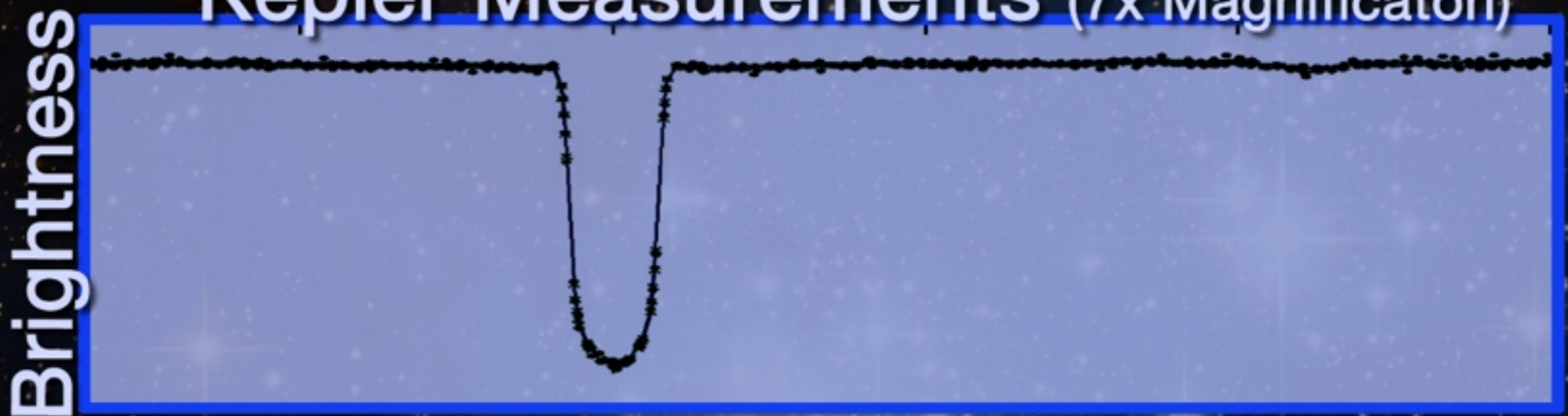
Kepler Measurements



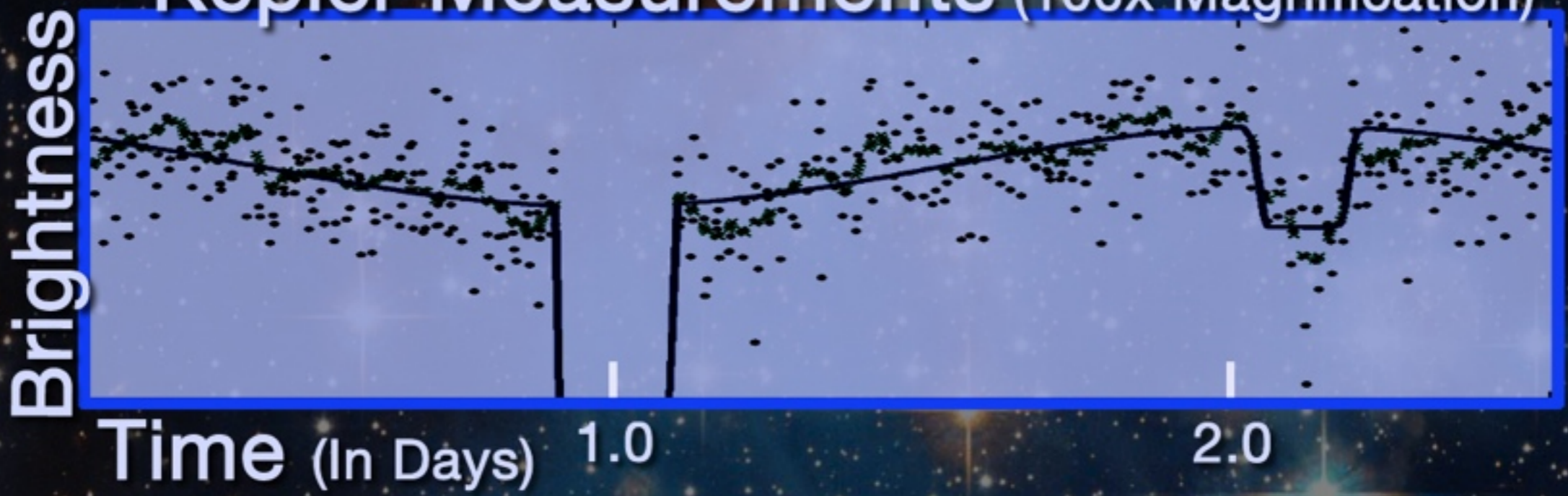
Borucki et al. (2009)

HAT-P-7 Light Curves

Kepler Measurements (7x Magnification)



Kepler Measurements (100x Magnification)



Borucki et al. (2009)

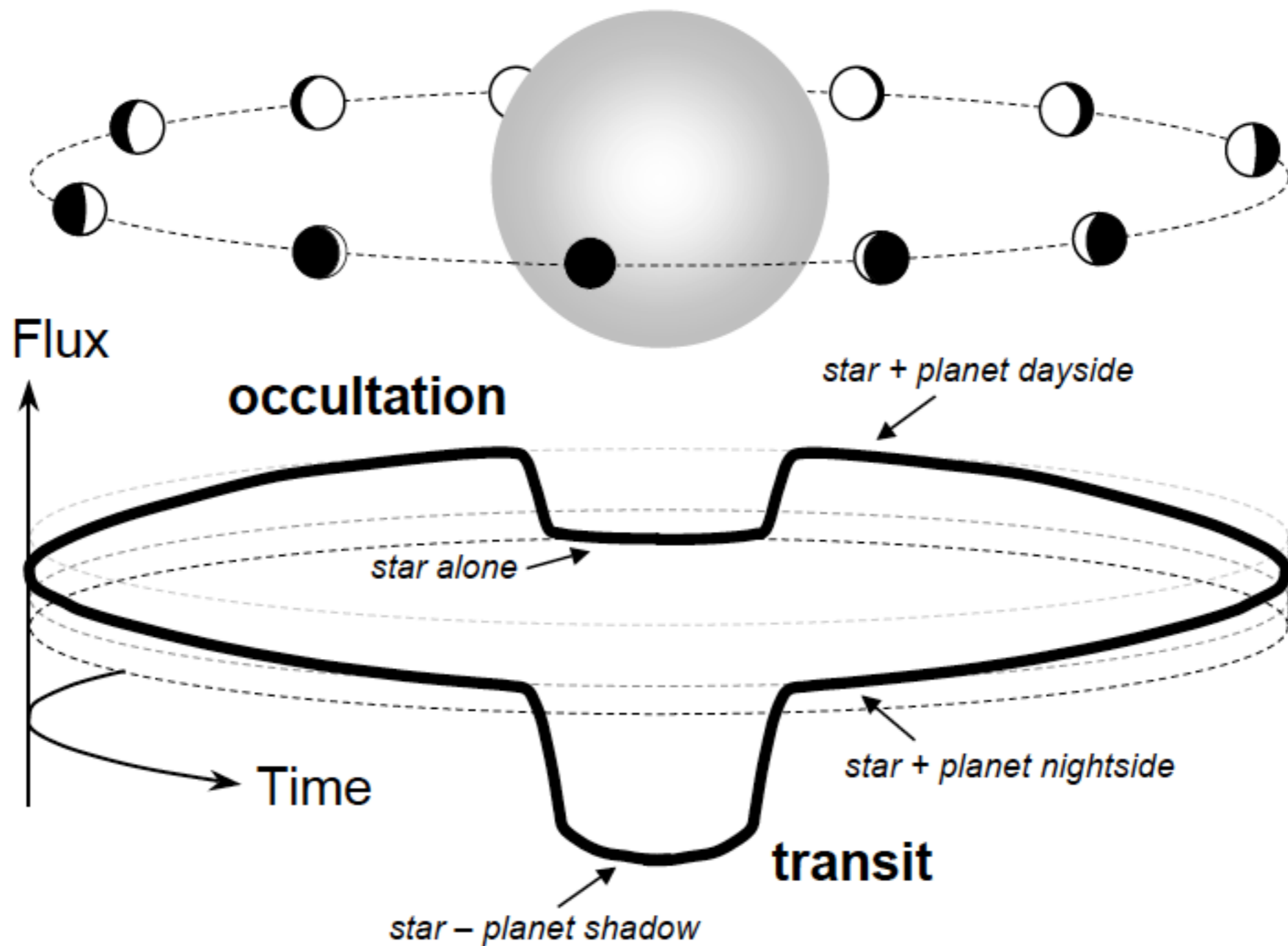
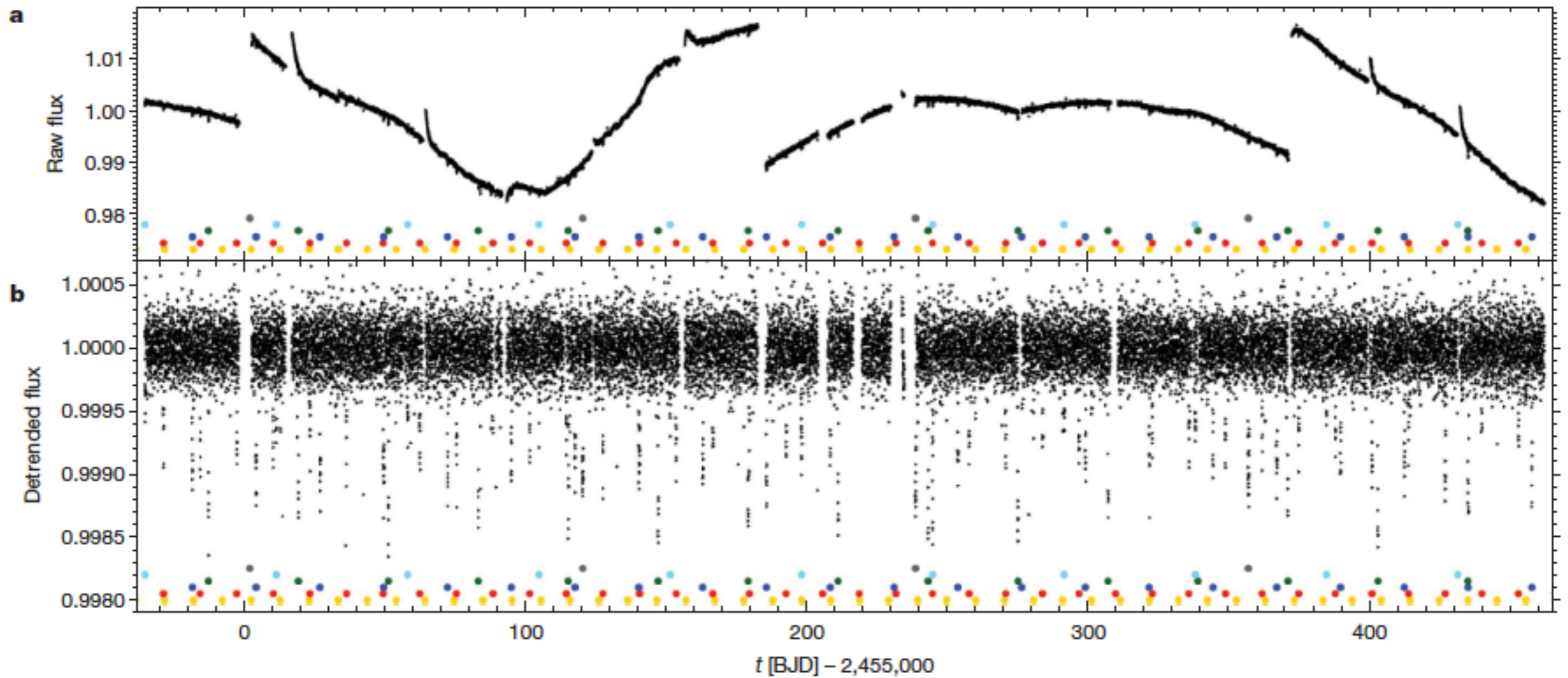
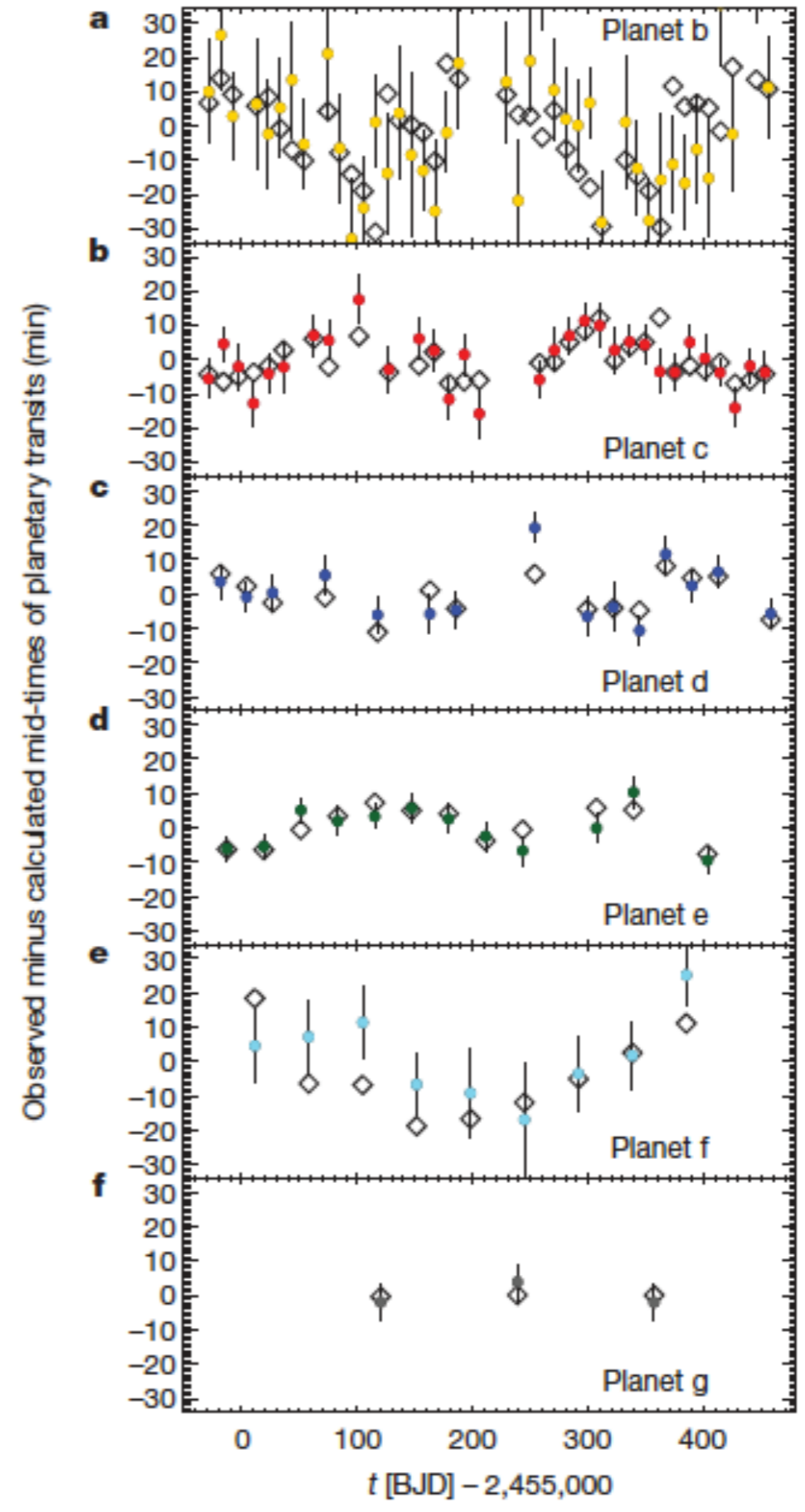
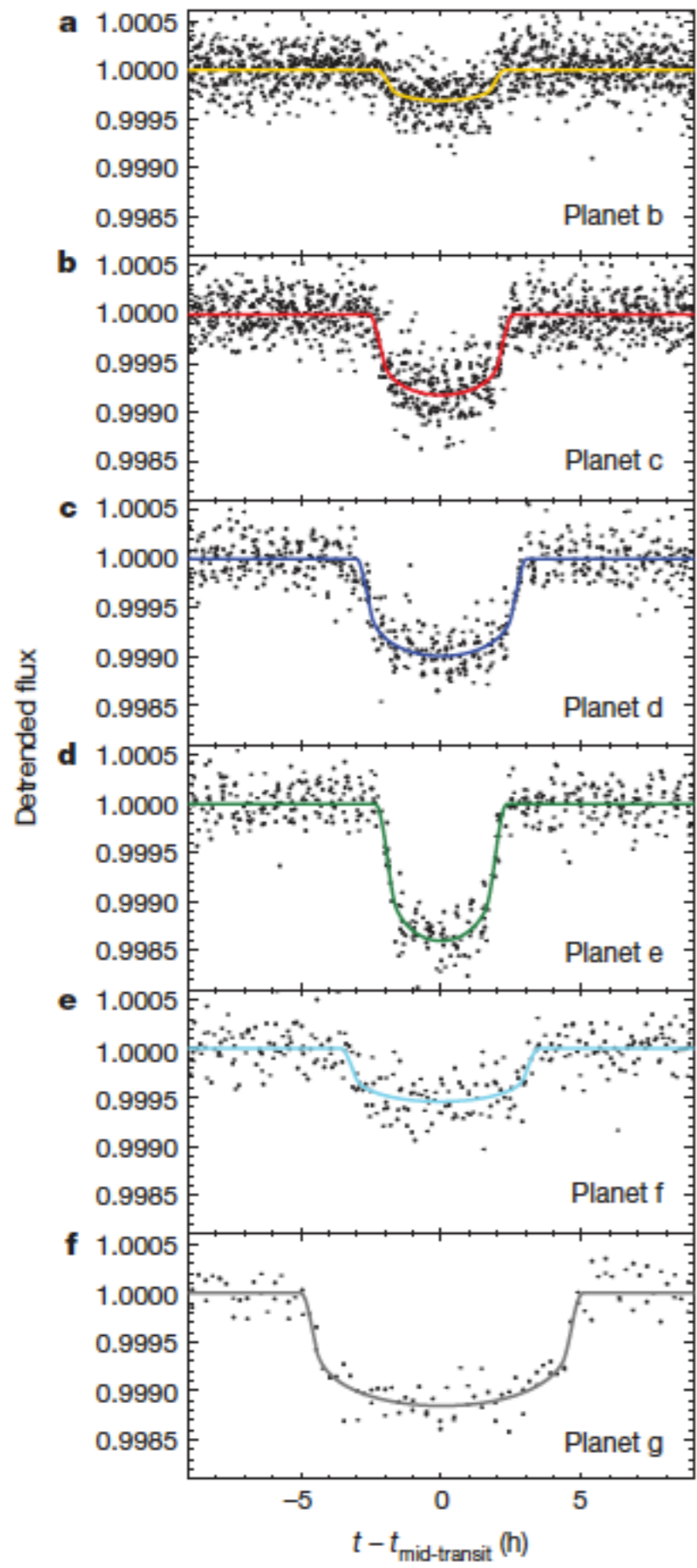


Fig. 1.— Illustration of transits and occultations. Only the combined flux of the star and planet is observed. During a transit, the flux drops because the planet blocks a fraction of the starlight. Then the flux rises as the planet's dayside comes into view. The flux drops again when the planet is occulted by the star.

Kepler-11b...g

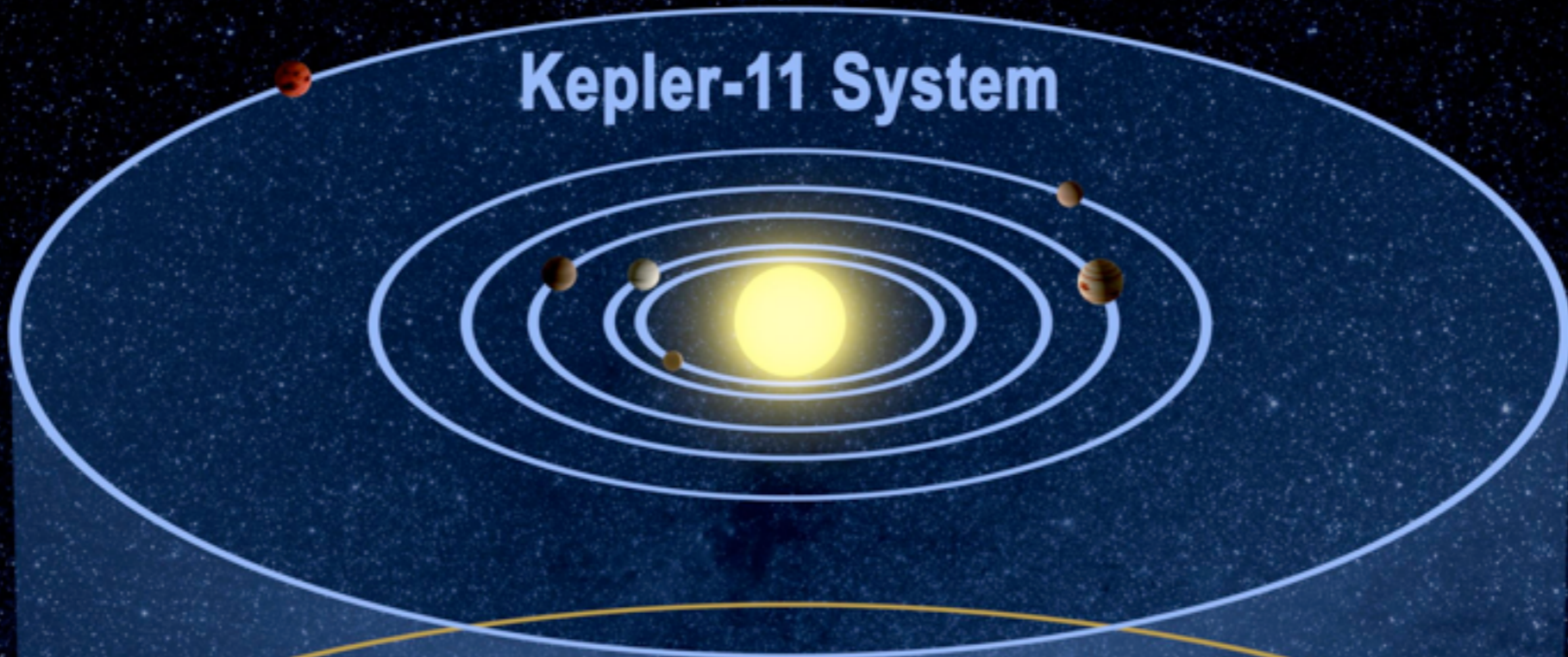


Lissauer et al. (2011)



Lissauer et al. (2011)

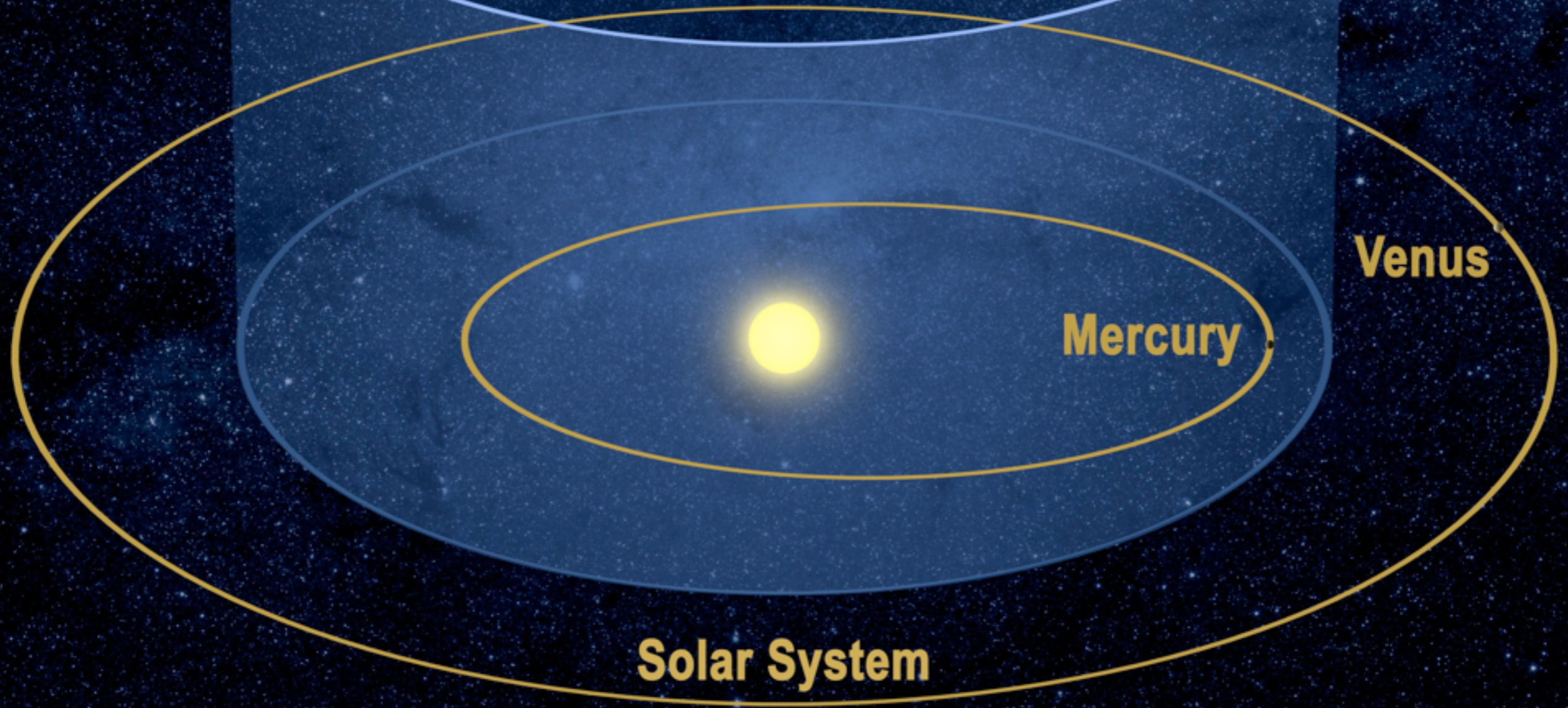
Kepler-11 System



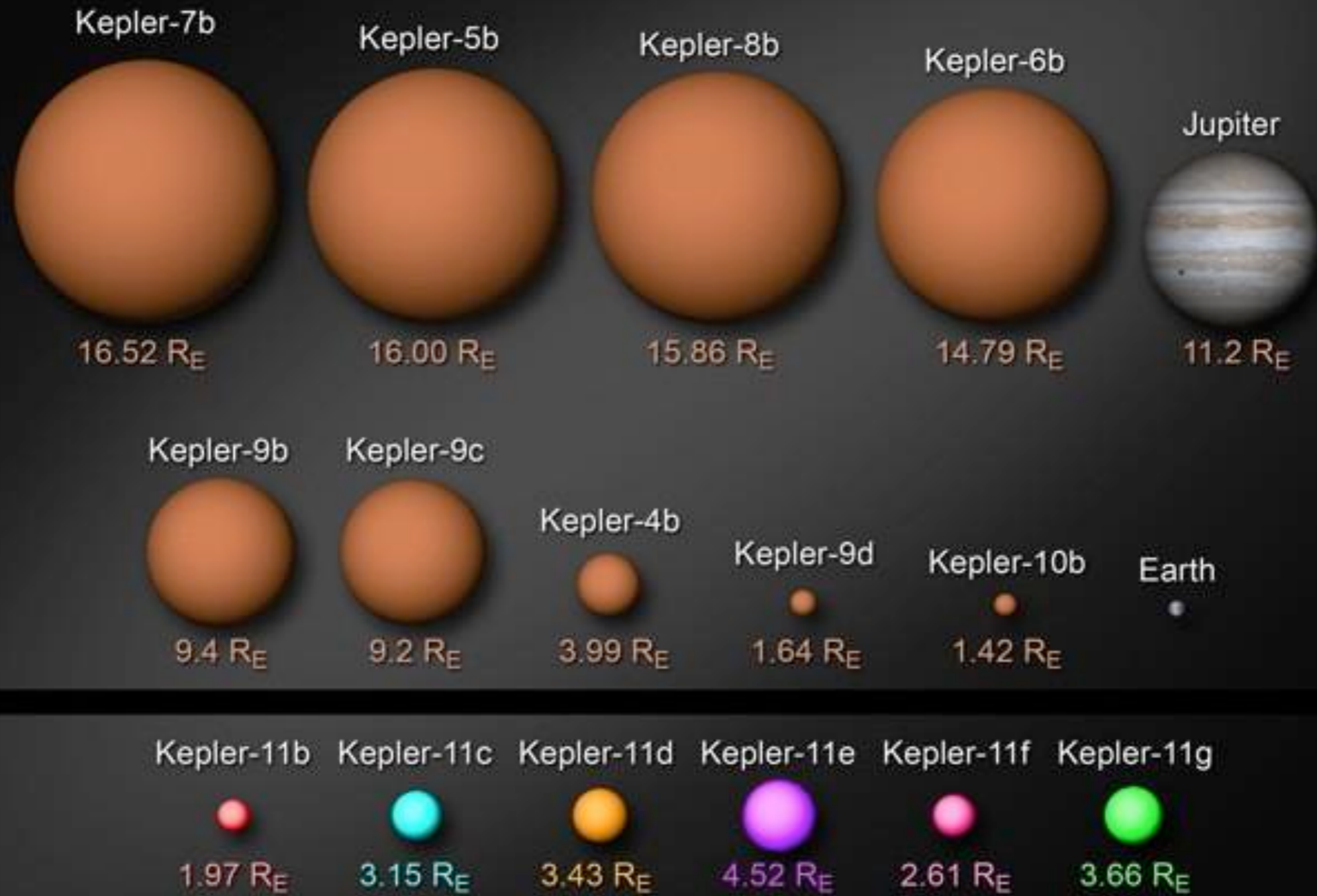
Venus

Mercury

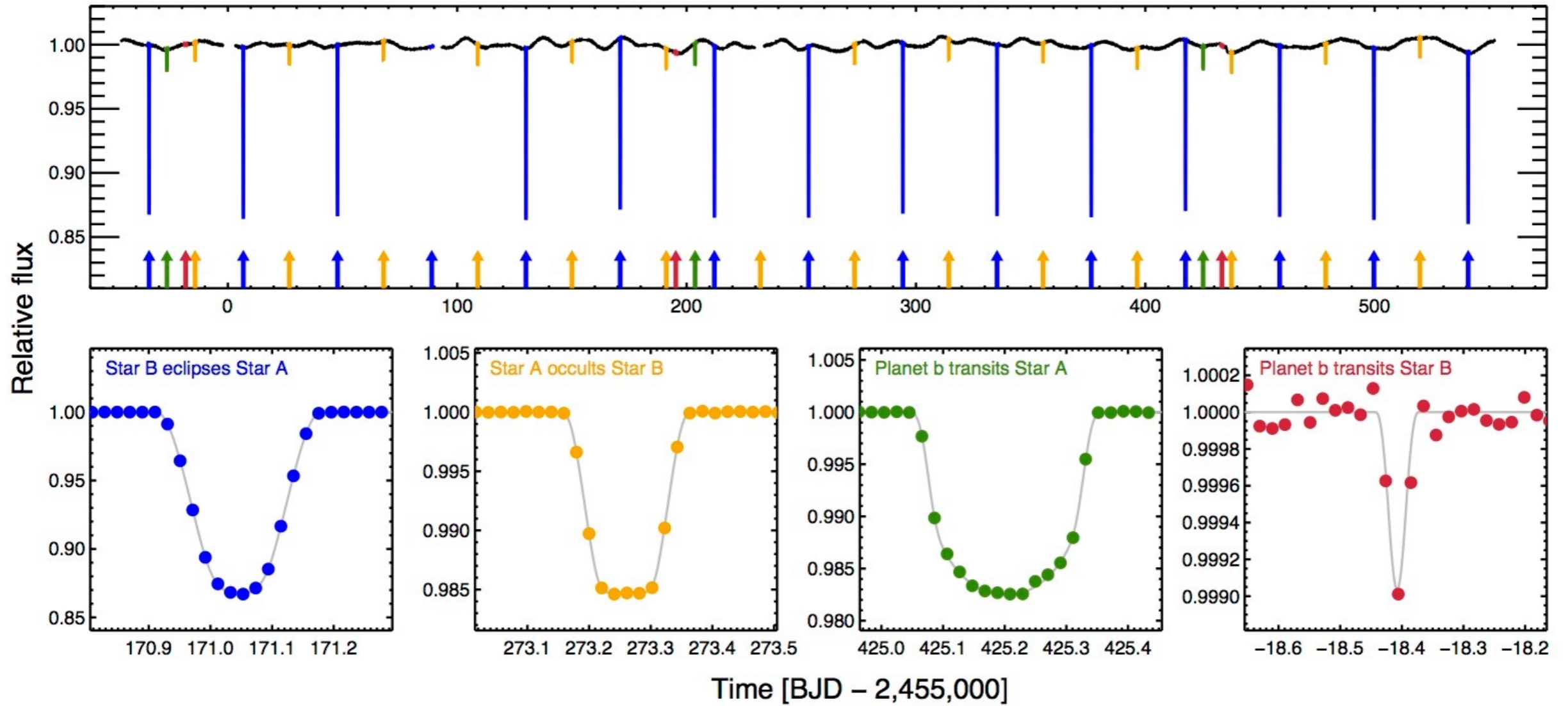
Solar System



Planet Sizes

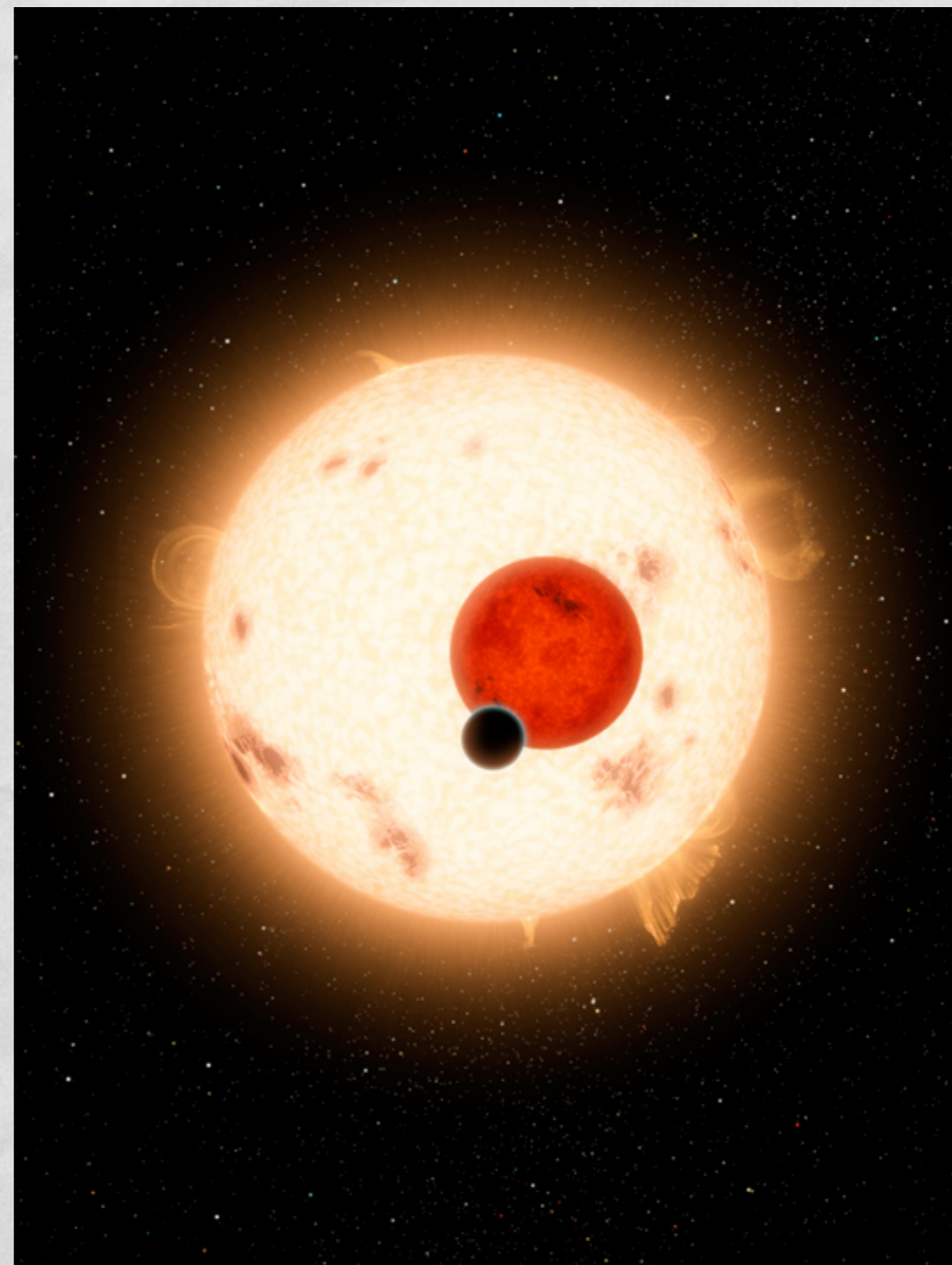
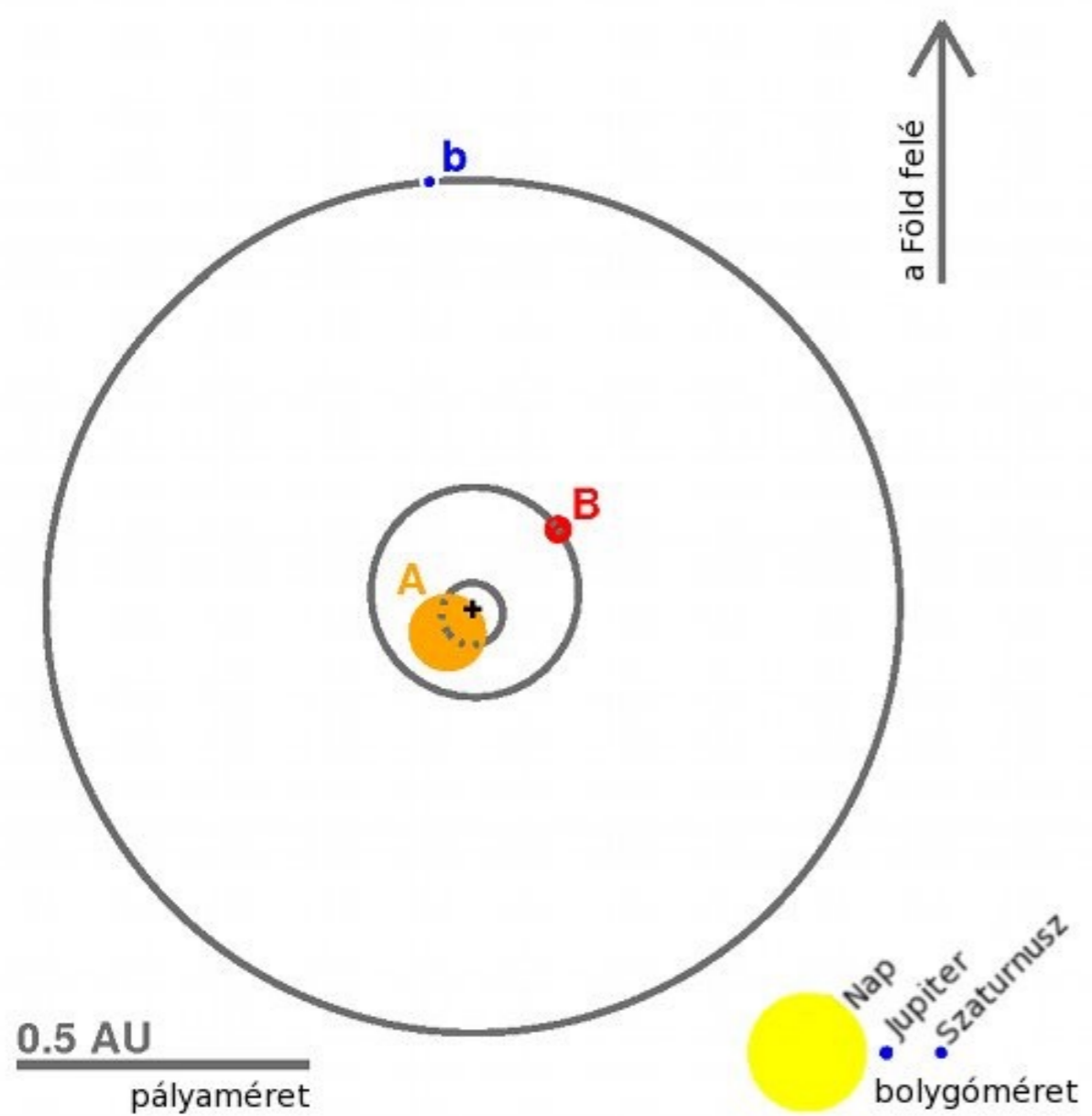


Kepler-16(AB)b

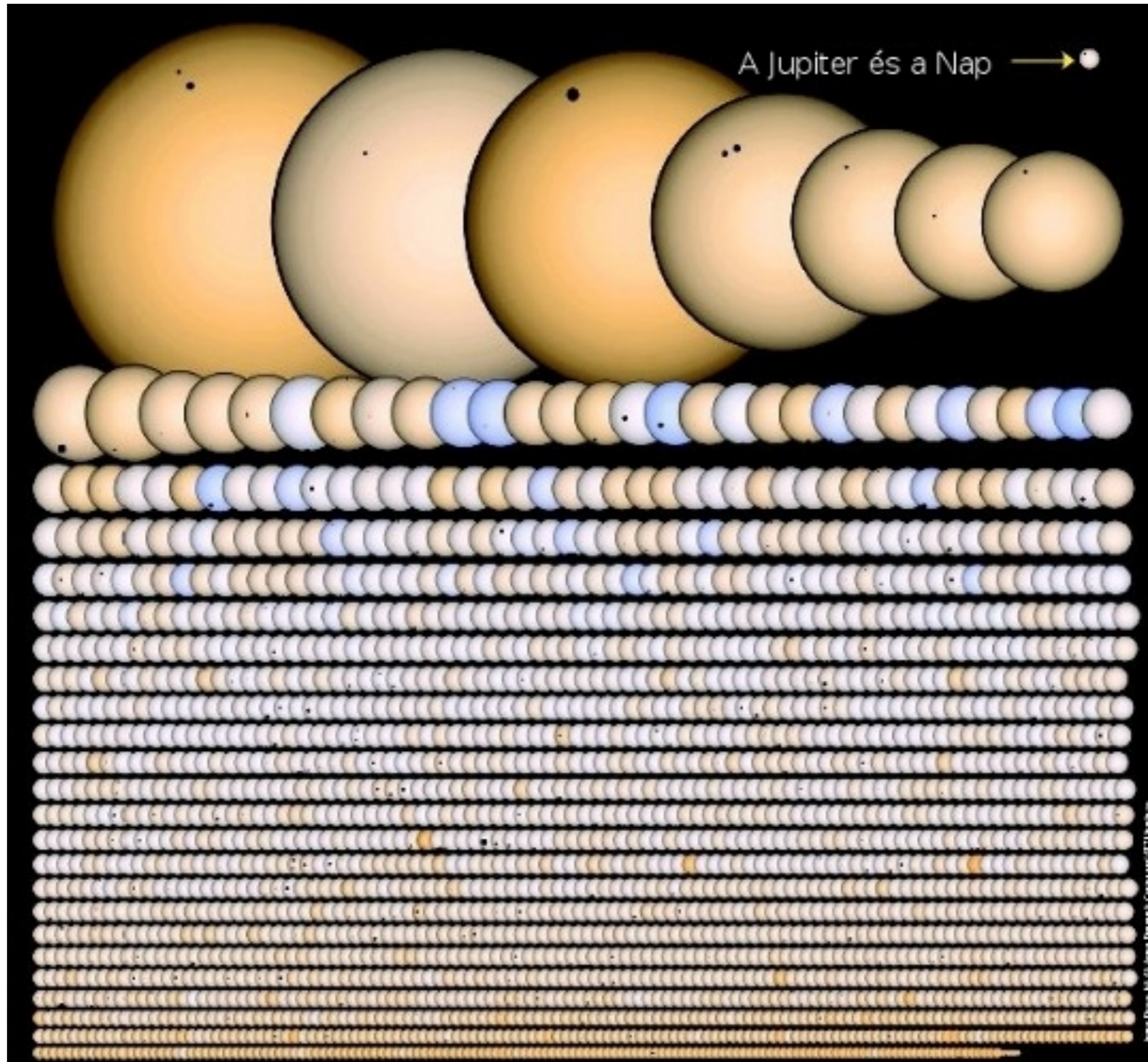


Doyle et al. (2011)
(Fűrész G.)

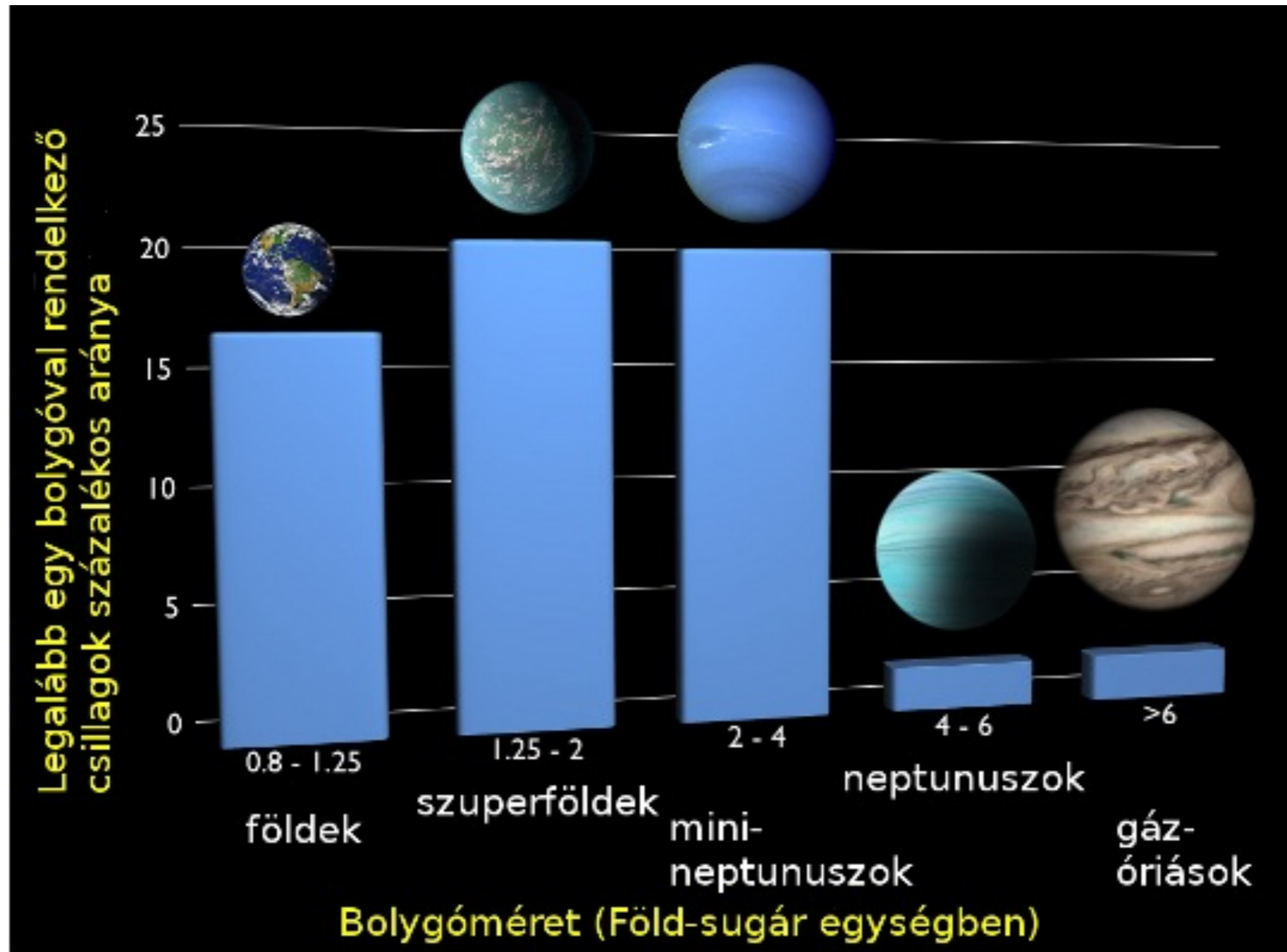
Tatooine bolygó...



2740 db Kepler-bolygójelölt (2013. január)



Rövidperiódusú bolygók gyakorisága



Iszer

zika

születése

fejlődése

végállapotai

es csillagok

gók

ndszer

laktikus csill.

ógia

ai újdonságok

égi események

kutatások

mák

og

m

S

najánló

szati klubok

illagászati képe

pküldés

ép letöltés

s-előrejelzés

detés

es keresés

VÁLASZOLUNK!



Hemzsegnek a bolygók a Galaxisban

A Kepler-űrtávcső legújabb adataira alapozott vizsgálat szerint legalább 17 milliárd Föld méretű bolygó van Tejútrendszerünkben.



Négyes csillagrendszerben találtak planétát önkéntes bolygóvadászok

A Kepler-űrtávcső ultrapontos fotometriai adatai alapján önkéntes bolygóvadászok olyan exoplanétát fedeztek fel, amely egy négyes csillagrendszer egyik csillagpárja körül kering.



Forró jupitereket detektáltak egy csillaghalmazban

Egy amerikai kutatócsoport forró jupiter típusú bolygókat detektált a Praesepe nevű nyílthalmaz két, Naphoz hasonló csillaga körül. Az unikális felfedezést jegyző csapat tagja Fűrész Gábor magyar csillagász is.



A tudomány nevében elpárologtatott Föld

Vajon milyen egy bolygónkhoz hasonló planéta légköre, ha elvan közelében egy



Hat másodpercenként ütköznek üstökösök egy közeli csillag körül

Amerikai csillagászok szerint a 200 fényévre található 49 Ceti katalógusjelű fiatal, körülbelül 40 millió éves csillag körüli kométatengerben átlag hat másodpercenként ütköznek egymással az exoüstökösök.



Földtömegű bolygót találtak négy fényév távolságban!

Európai csillagászok exobolygót fedeztek fel az Alfa Centauri hármascsillag rendszerében. A durván földtömegű bolygó 6 millió km-re kering csillagától, felszíne az élet számára túl forró.



Két bolygó egy kettőscsillag körül - egyikük a lakhatósági zónában!

Az első cirkumbináris exobolygó, a Kepler-16b felfedezése után egy évvel a Kepler űrteleszkóp olyan fedési kettős rendszert azonosított, melyben a két csillag körül két bolygó kering, az egyik ráadásul a lakhatósági zónában.



Megfigyelték egy exobolygó légköri változásait

Egy nemzetközi kutatócsoport tagjai a Hubble űrteleszkóppal

TÁVCSŐCENTRUM

AKCIÓ!

Európai távcső

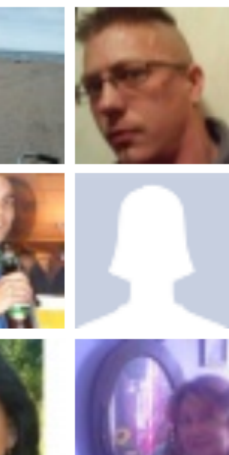
SkyWatcher távcsövek
10 - 40 % kedvezménnyel!

MAKSZUTOV.HU

Relief 13mm Full

SCOPIUM XWA
nagy látószögű okulárok
19 900 Ft

TÁVCSÖVES BEMUTATÁS



ghosszabított határidő az
ysseus versenyen!

mzsegnek a bolygók a
axisban

és Föld vonzásában -
gramindító az MTA
kházában

ngeritehenet formáz a
szezer éves szupernóva-
radvány

bolygóövet találtak a Vega



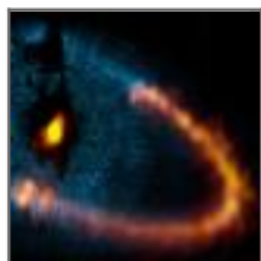
Új eljárás az exobolygók légkörének tanulmányozására

Az első Naprendszerünkön kívüli bolygók egyikének, a τ Boötis b-nek segítségével kidolgozott eljárás lehetőséget nyit olyan exobolygók légkörének tanulmányozására is, melyek nem haladnak el a csillaguk előtt.



Elporlad a csillagához túl közel keringő bolygó

Egy újonnan azonosított fedési exobolygó olyan közel kering csillagához, hogy az majdnem négyezer fokra hevíti, így valószínűleg az egész planéta körülbelül 100 millió éven belül elpárolog, porrá lesz.



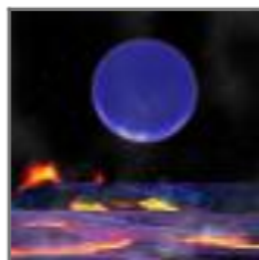
Két bolygó uralja a porkorongot a Fomalhaut körül

A még építés alatt álló ALMA antennarendszerrel a Fomalhaut körüli porkorongról rögzített képek új megvilágításba helyezhetik a bolygórendszerek kialakulásának és fejlődésének folyamatát.



Pályaválasztás - a bolygóknak se sokkal könnyebb

Egy új számítógépes szimuláció eredményeként feltételezhető, hogy a Napunkhoz hasonló fiatal



Meglepő bolygópárt fedezett fel a Kepler űrteleszkóp

A Kepler-36 katalógusjelű csillag körül keringő két bolygó pályája nagyon közel van egymáshoz, azonban míg az egyik földméretű, de a bolygónknál nagyobb sűrűségű planéta, addig a másik a Neptunuszhoz hasonló gázbolygó.



Az első közvetlen jel egy távoli szuperföldről

Az 55 Cancri legbelső bolygójának infravörös sugárzását a Spitzer-űrtávcsővel sikerült detektálni.



Milliárdnyi lakható kőzetbolygó létezhet a Tejútrendszerben

Az ESO HARPS spektrográfiával végzett felmérés alapján a Földünkénél nem sokkal nagyobb kőzetbolygók óriási számban fordulhatnak elő a Tejútrendszerben halvány vörös törpecsillagok lakhatósági zónájában.



Szaunához hasonlít az egyik szuperföld

A Hubble űrteleszkóppal végzett észlelések szerint a GJ1214b katalógusjelű planéta az exobolygók egy új osztályát képviseli, ezeket a világokat

Meteor folyóirat — útikalauz Világegyetemhez. Kérjen ingyenes mutatószámot a meteor@mcse.hu címen!

ŰRKUTATÁS

Űrvilág.hu, asztronautikai hírportál

- Folytatódó bajkonuri feszültség (Rovat: Űrpolitika)
- Divatossá válik a kisbolygóbányászat (Rovat: Szárnyaló képzelet)
- Pillantás az éjszakai Katakombákba (Rovat: A hét képe)
- Európaiak az Orionban (Rovat: Európa igáslovai világűrben)
- Kanada döntött az új Radarsat rendszerről (Rovat: Környezetünk védelme)

MÉDIAPARTNEREINK



TÁMOGATÓINK



Known Types of Alien Worlds

In this representative example, various types of planets found orbiting other stars ("exoplanets") are shown together in a single solar system. In reality, the different planets orbit different types of stars, from G-type yellow stars similar to our sun to small red dwarf stars. Planets and orbits are not shown to scale.

Hot Jupiter

- Example: 51 Pegasi b
- Mass: about 0.5 Jupiter masses
- Orbit radius: Less than 4.9 million miles (7.9 million kilometers)
- A Hot Jupiter is a massive gas giant planet orbiting close to its star

Hot Neptune

- Example: Gliese 436 b
- Mass: about 22 Earth masses
- Orbit radius: 2.7 million miles (4.4 million km)
- A Hot Neptune is a gas giant planet orbiting close to its star

Cthonian Planet

- Example: COROT-7b
- Mass: less than 9 Earth masses
- Orbit radius: 1.6 million miles (2.58 million km)
- A Cthonian planet is believed to be a Hot Jupiter that has lost all of its thick atmosphere, leaving the rocky core

Super-Earth

- Example: Kepler-22b
- Mass: not available (radius is 2.4 times that of Earth)
- Orbit radius: 79 million miles (127 million km)
- A Super Earth is larger than Earth but smaller than a gas giant such as Neptune

Super Neptune

- Example: HAT-P-11b
- Mass: 25 Earth masses
- Orbit radius: 4.9 million miles (7.9 million km)
- A super-Neptune is somewhat larger and more massive than Neptune

Terrestrial Planet

- Example: Earth
- Mass: 0.003 Jupiter mass
- Orbit radius: 93 million miles (150 million km)
- A goal of the exoplanet search is to find an alien analog of Earth, or an "exo-Earth"

Water World

- Example: GJ 1214b
- Mass: 6.55 Earth masses
- Orbit radius: 1.33 million miles (2.14 million km)
- A water world is a super-Earth that may have vast oceans of liquid water

Gas Giant

- Example: Jupiter
- Mass: 318 Earth masses
- Orbit radius: 484 million miles (778 million km)
- A gas giant is a huge planet with a thick atmosphere of mostly hydrogen and helium surrounding a tiny, rocky core

HABITABLE ZONE
where an Earth-size planet can have liquid water on its surface

- Mass: 17 Earth masses
- Orbit radius: 484 million miles (778 million km)
- A gas giant is a huge planet with a thick atmosphere of mostly hydrogen and helium surrounding a tiny, rocky core

Neptune

- Mass: 17 Earth masses
- Orbit radius: 2.8 billion miles (4.5 billion km)
- Neptune is a gas giant with a thick atmosphere of hydrogen, helium, ammonia and methane surrounding a tiny, rocky core

Brown Dwarf

- Example: Gliese 229B
- Mass: 20-50 Jupiter masses
- Orbit radius: 3.73 billion miles (6 billion km)
- A brown dwarf is larger than a planet but smaller than a star

Rogue Planet

- Example: Cha 110913
- Mass: 8 Jupiter masses
- Orbits the Milky Way galaxy independently
- Rogue planets were ejected from their solar system and now wander between the stars

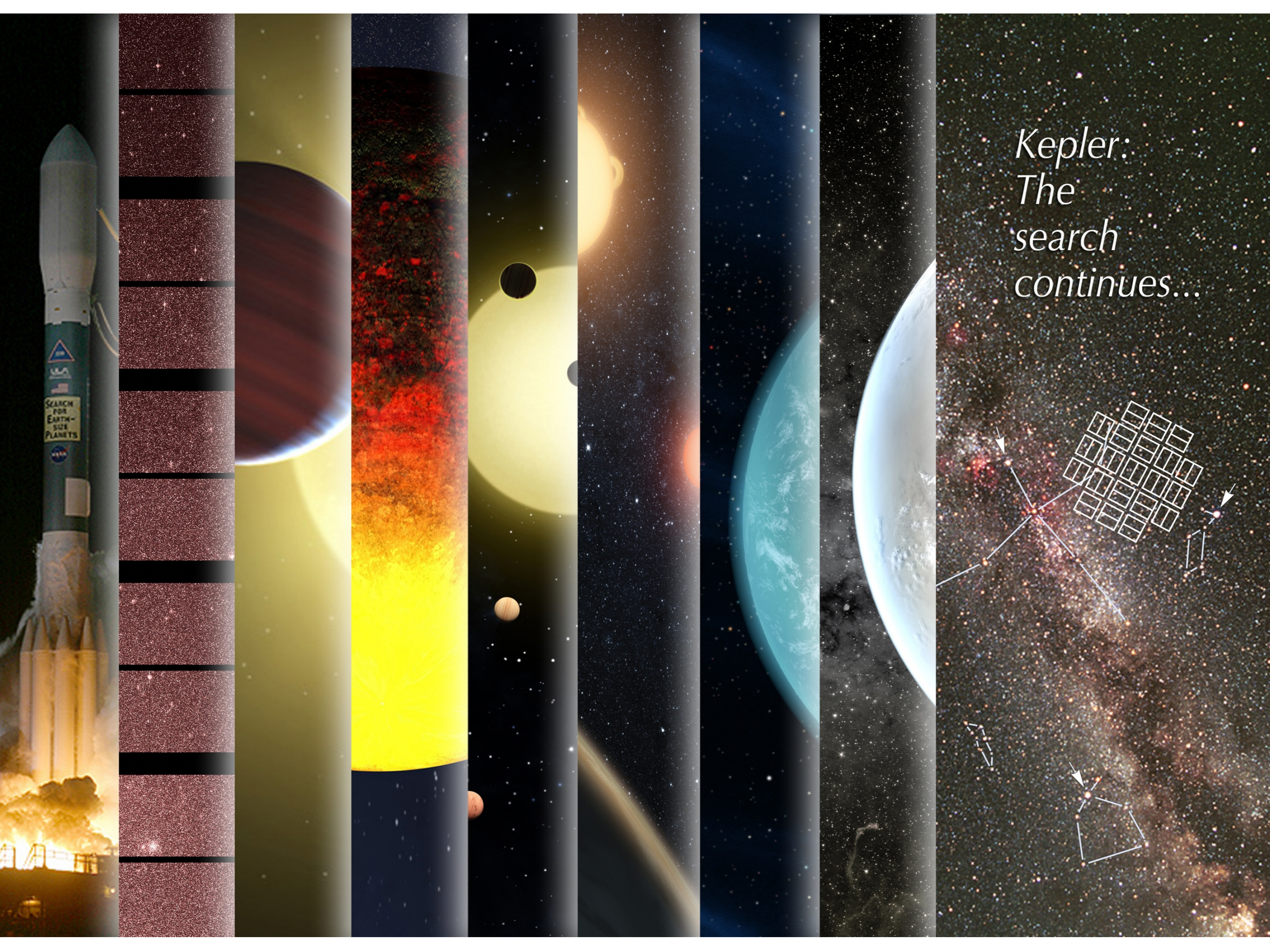
The Search Goes On

Only a tiny fraction of our galaxy has been searched for possible Earth-type planets. Up until now, only large planets could be found, but search technology is rapidly approaching the point where small rocky planets similar to Earth might be detectable. Large Jupiter-size planets have been found nearly 28,000 light-years away.

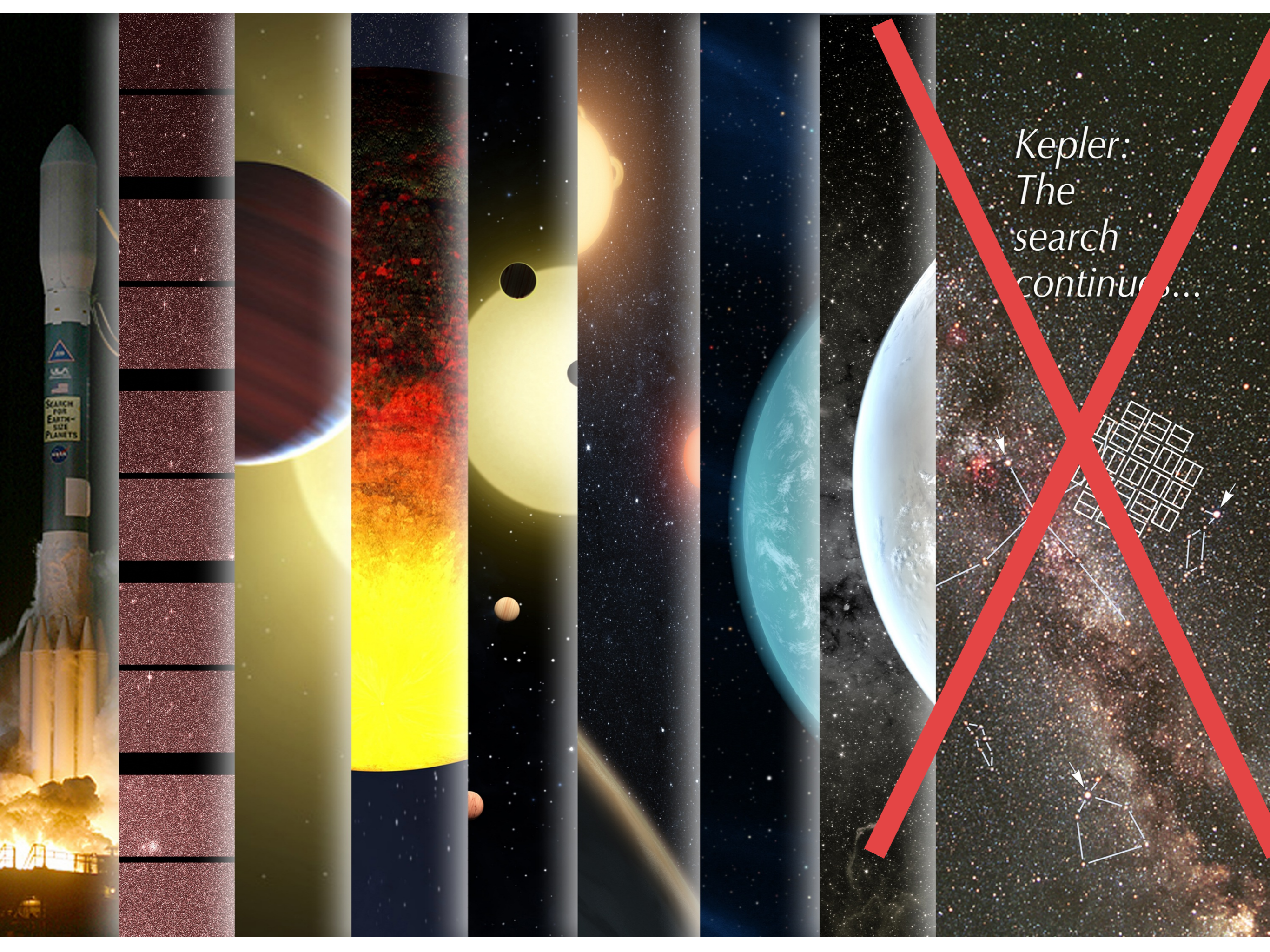
MILKY WAY GALAXY

Exo-Earth search radius: 1,500 light-years

EARTH

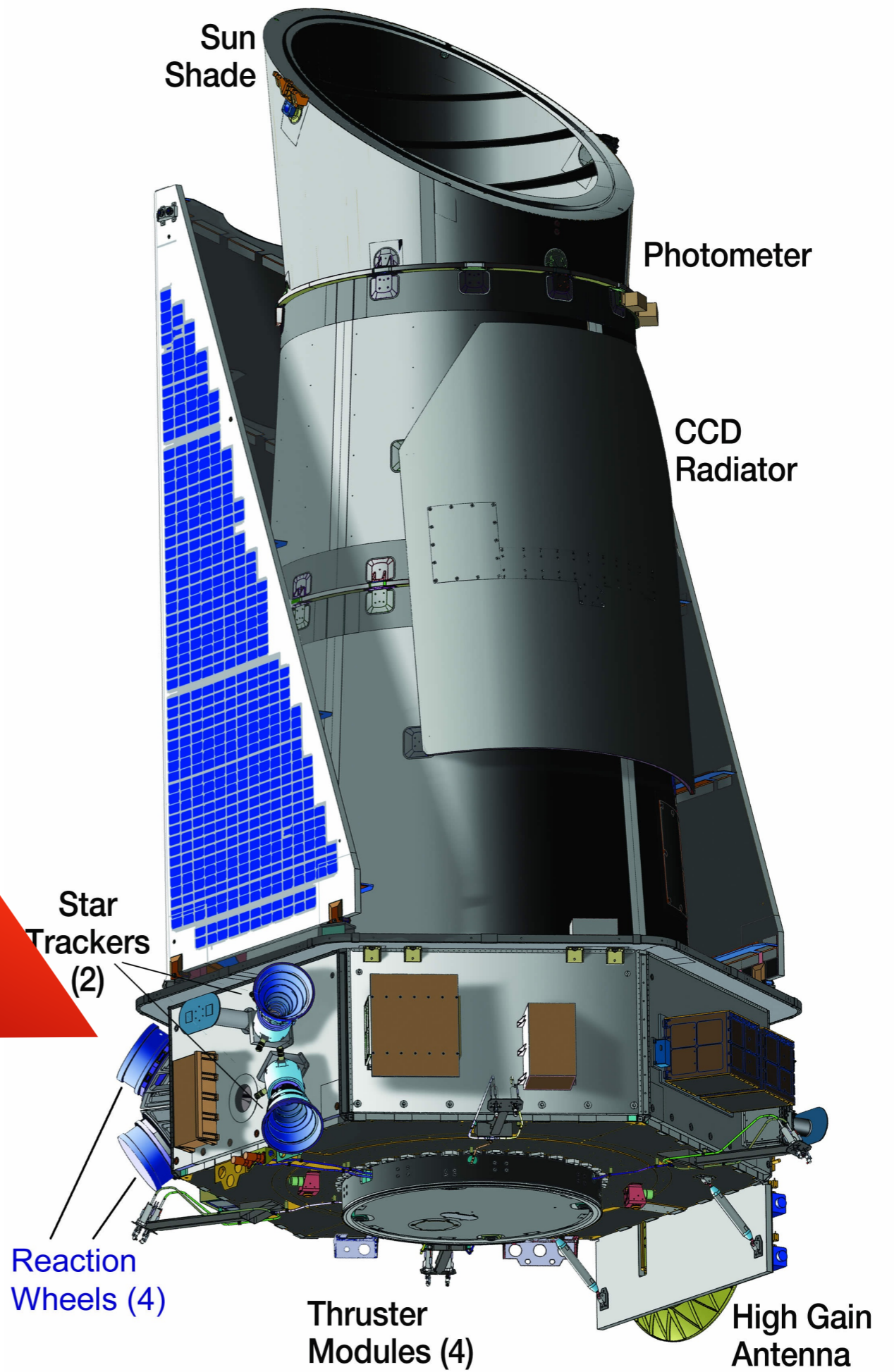
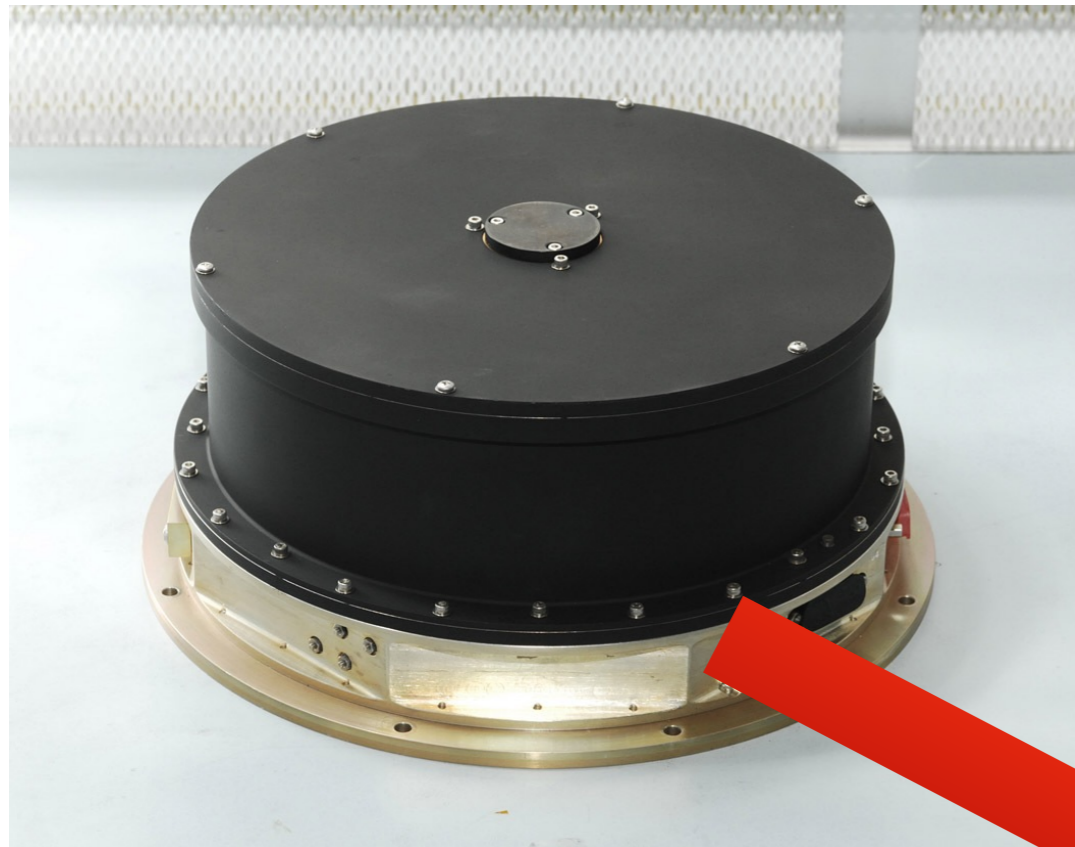


*Kepler:
The
search
continues...*



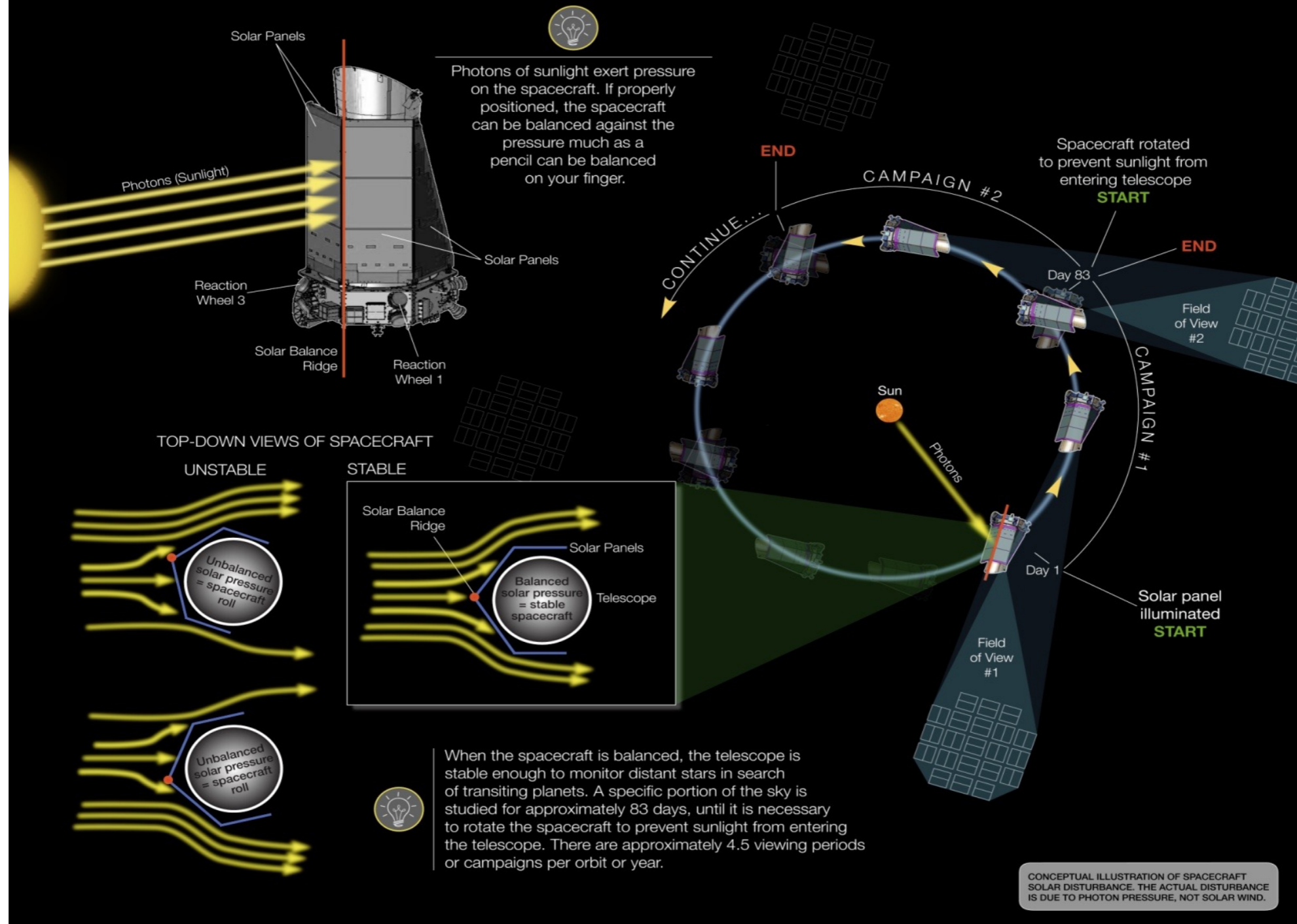
SEARCH FOR EARTH-SIZE PLANETS

Kepler:
The
search
continues...

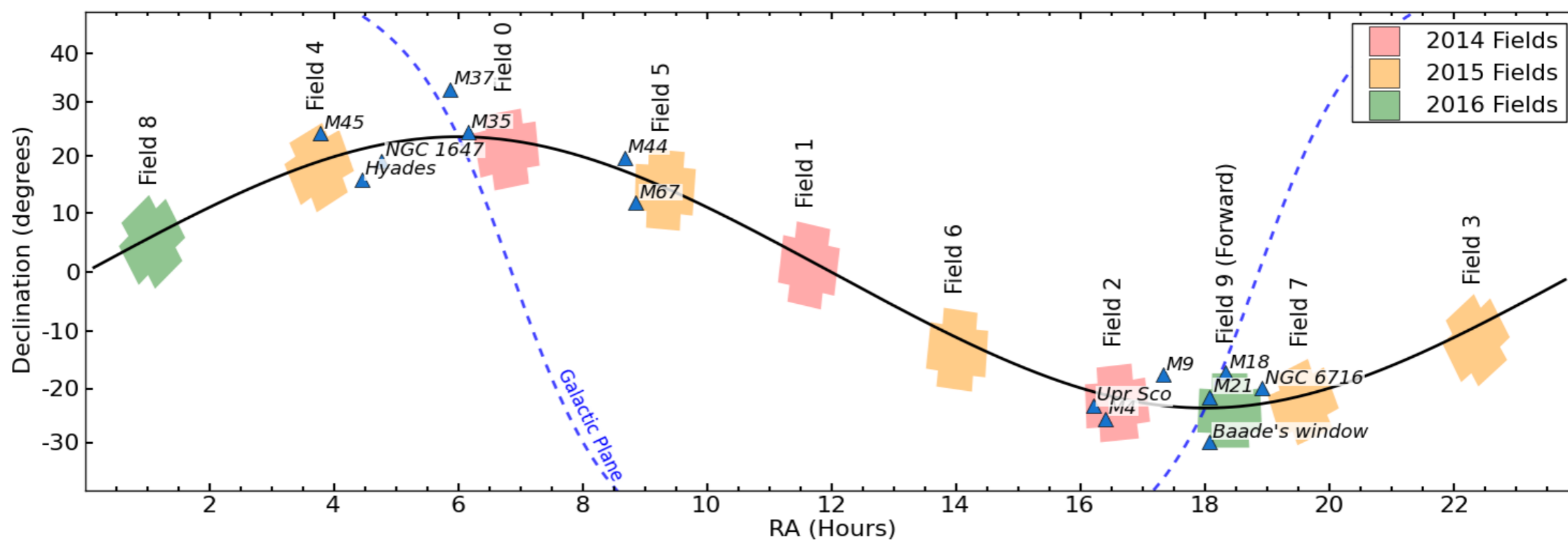


A K2-misszió

Kepler's Second Light: How K2 Will Work



A K2-misszió

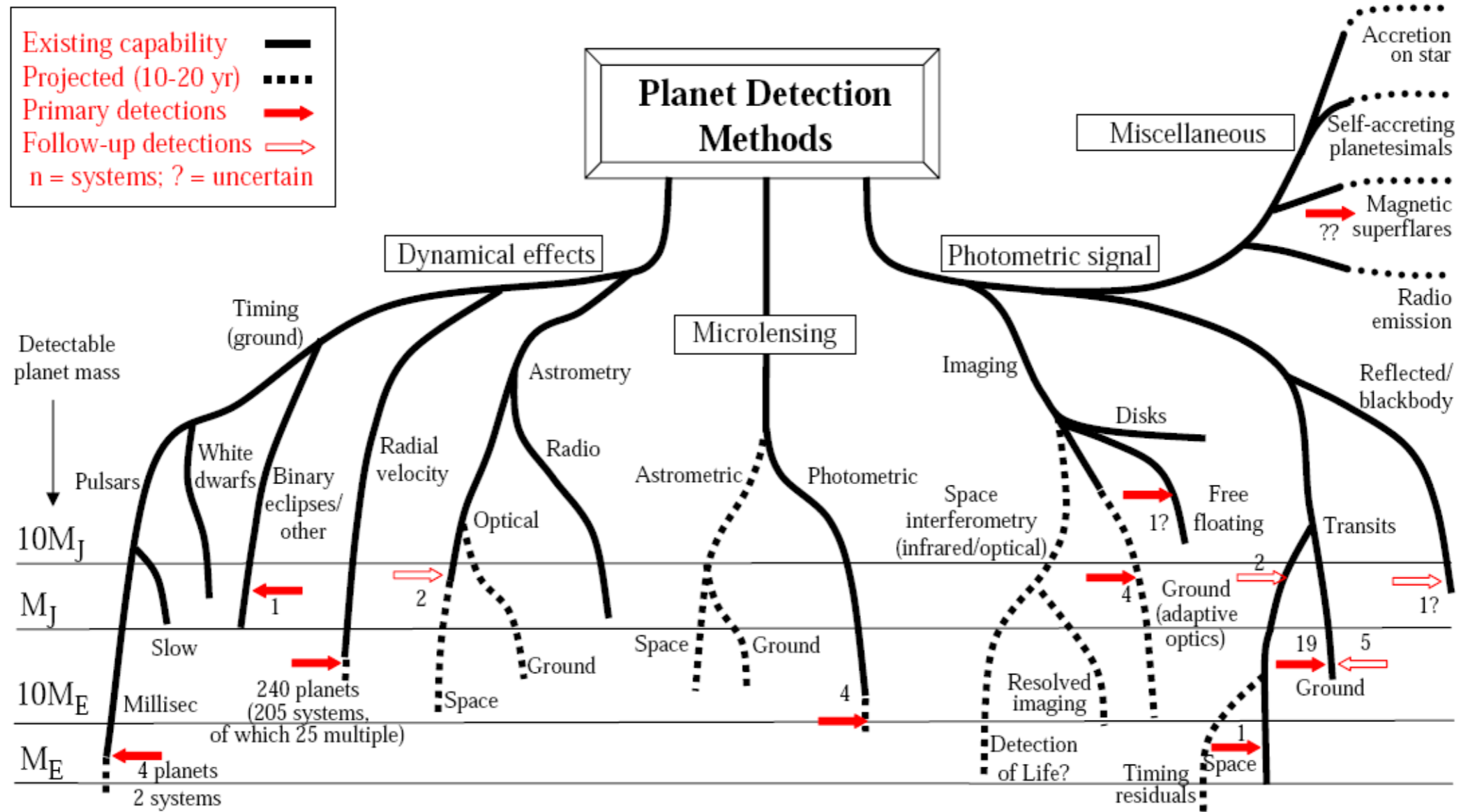


- **Exobolygók: kettős rendszerek csillagnál kisebb kísérővel**
- Több módszer a detektálásra
- **Radiálissebesség-módszer:** a csillagot SB1 kettősnek tekintjük
- **Fedési (tranzit) módszer:** a csillagot fedési kettőscsillagnak tekintjük
- **Gravitációs mikrolencsézés:** háttércsillag felfényedésében extra jel
- **Fényidő-effektus periodikusan változót központi csillagokra:** fázismoduláció

...és még egy csomó más.

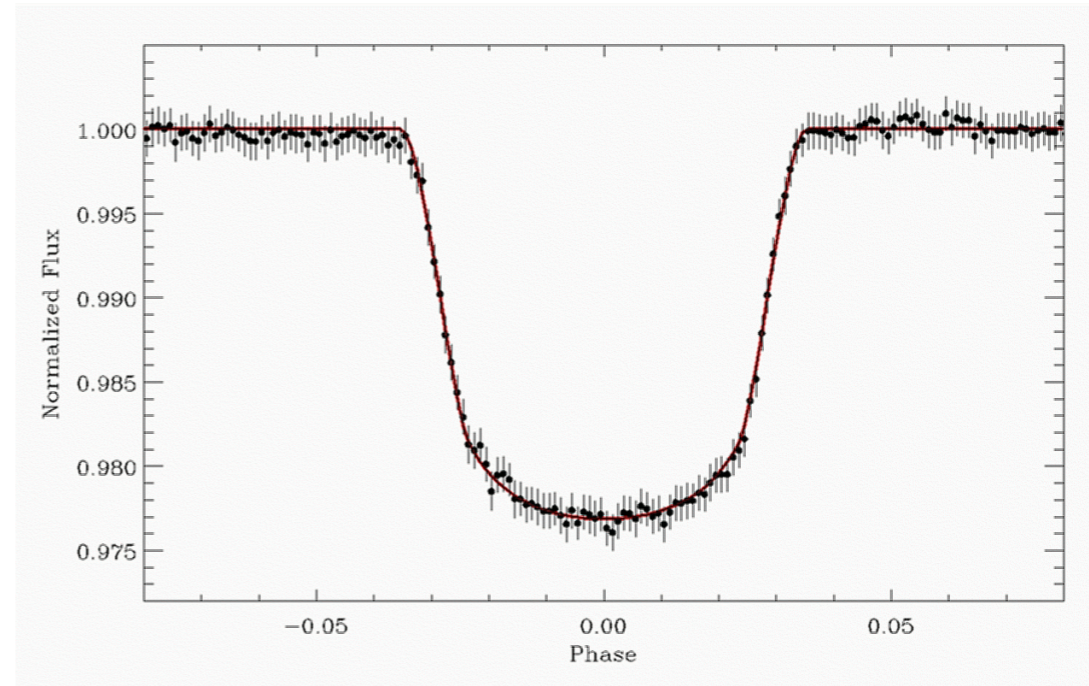
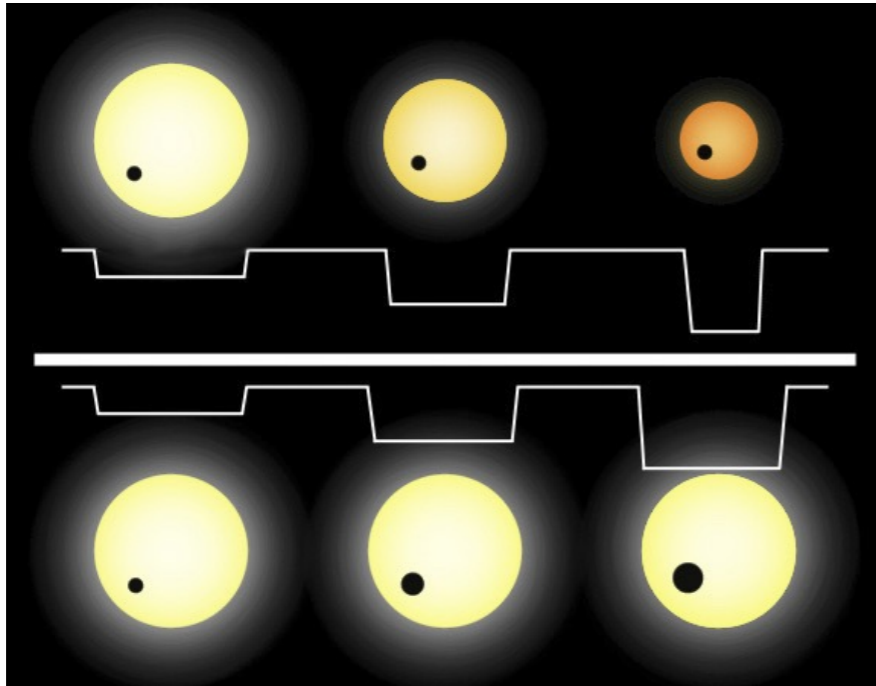
Planet Detection Methods

Michael Perryman, Rep. Prog. Phys., 2000, 63, 1209 (updated 3 October 2007)



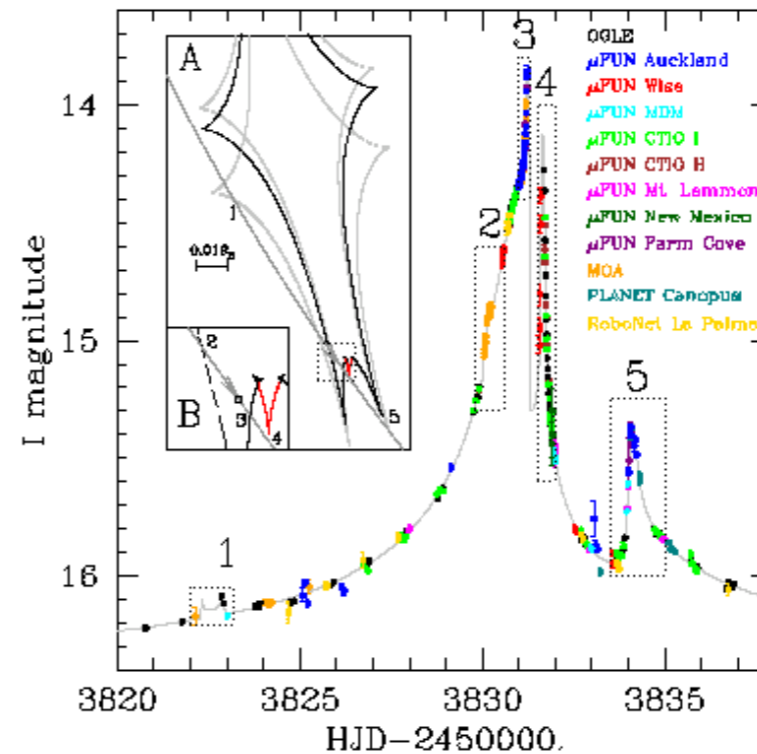
(exoplanet.eu)

- Várható jel
- **Radiális sebesség-módszer:** ~1-100 m/s; a tömegarányával és a pályasugárral skálázódik
- **Fedési (tranzit) módszer:** ~1% exojupiterekre; 0.01% exoföldrekre
- **Gravitációs mikrolencsézés:** csak egyszer és soha többé nem észlelhető
- **Fényidő-effektus periodikusan változót központi csillagokra:** ~ 10^{-6} relatív frekvenciamoduláció; a pályamérettel skálázódik

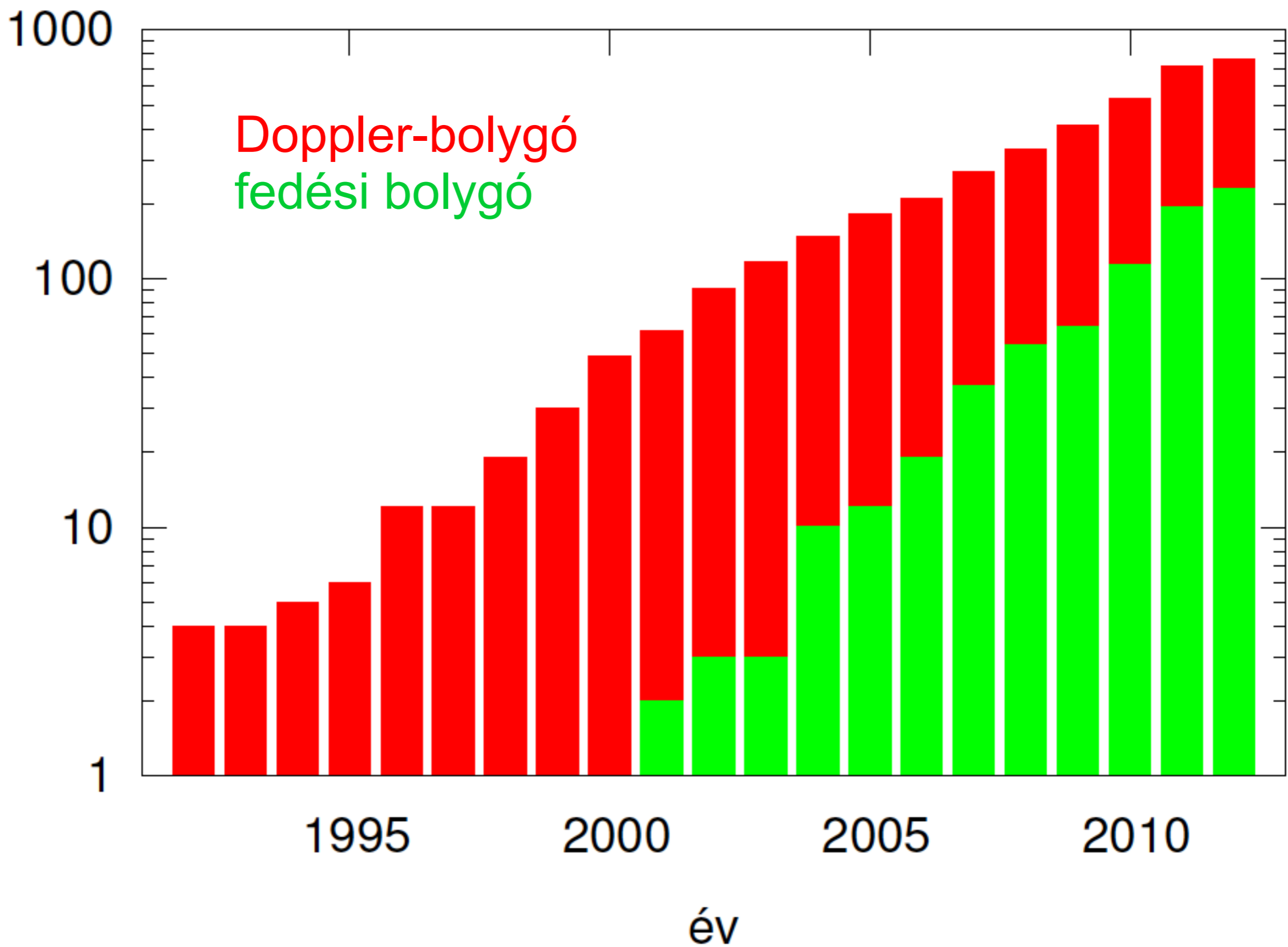


Balra: a fedés mélysége $(R_p/R_s)^2$ -vel skálázódik. Jobbra: a CoRoT-Exo-1b fedése.

A mikrolencse-jelenségek csak egyszer történnek, de nagyon érzékenyek a bolygókra.

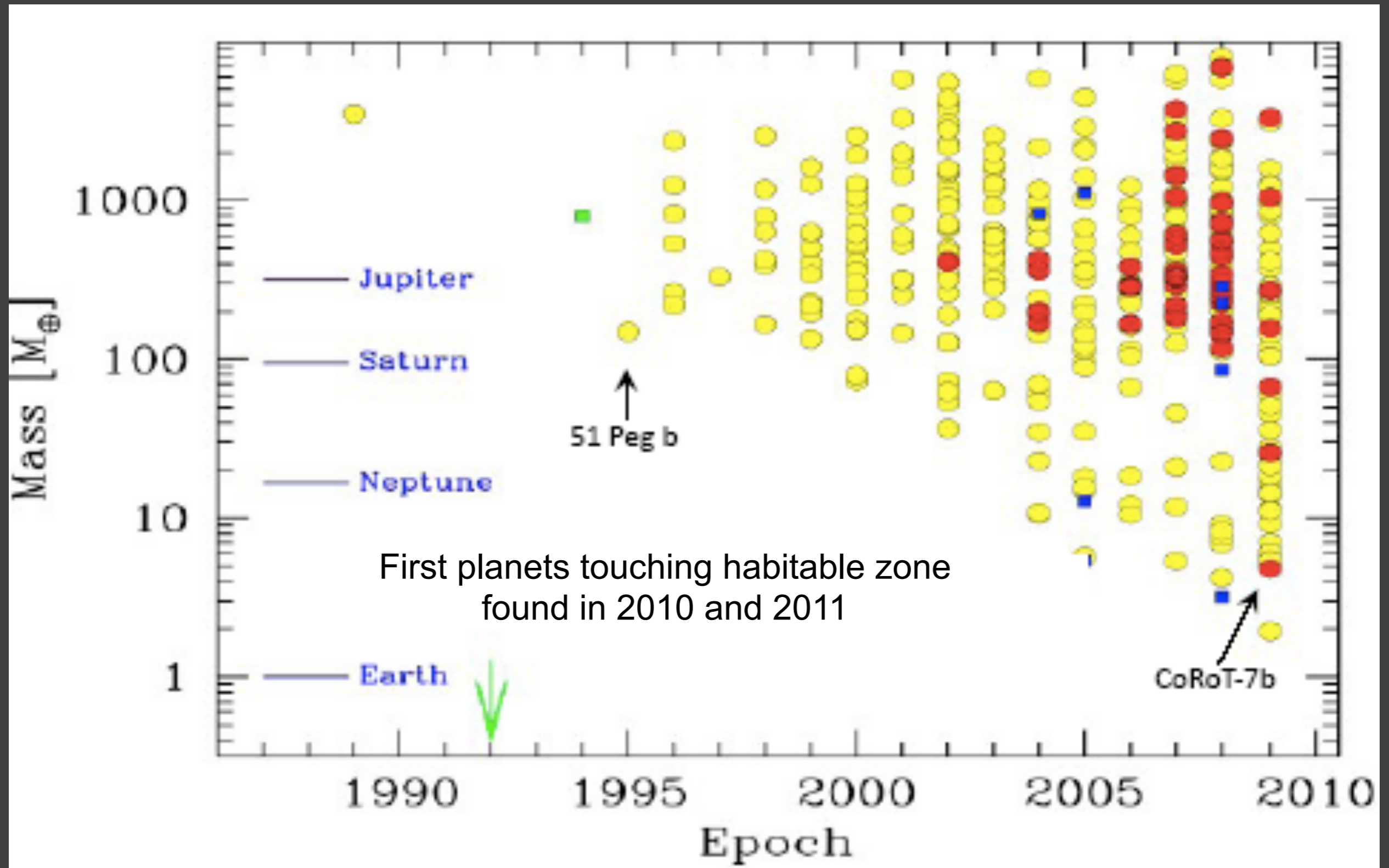


darabszám



Közelmúltban a helyzet

~ 700 ismert exobolygó



Transits and Occultations

Joshua N. Winn

Massachusetts Institute of Technology

When we are fortunate enough to view an exoplanetary system nearly edge-on, the star and planet periodically eclipse each other. Observations of eclipses—transits and occultations—provide a bonanza of information that cannot be obtained from radial-velocity data alone, such as the relative dimensions of the planet and its host star, as well as the orientation of the planet's orbit relative to the sky plane and relative to the stellar rotation axis. The wavelength-dependence of the eclipse signal gives clues about the the temperature and composition of the planetary atmosphere. Anomalies in the timing or other properties of the eclipses may betray the presence of additional planets or moons. Searching for eclipses is also a productive means of discovering new planets. This chapter reviews the basic geometry and physics of eclipses, and summarizes the knowledge that has been gained through eclipse observations, as well as the information that might be gained in the future.

1. INTRODUCTION

and the passage of the smaller body behind the larger body

In: Exoplanets, edited by S. Seager. Tucson, AZ: University of Arizona Press, 2010, 526 pp. ISBN 978-0-8165-2945-2., p.55-77

<http://arxiv.org/abs/1001.2010>

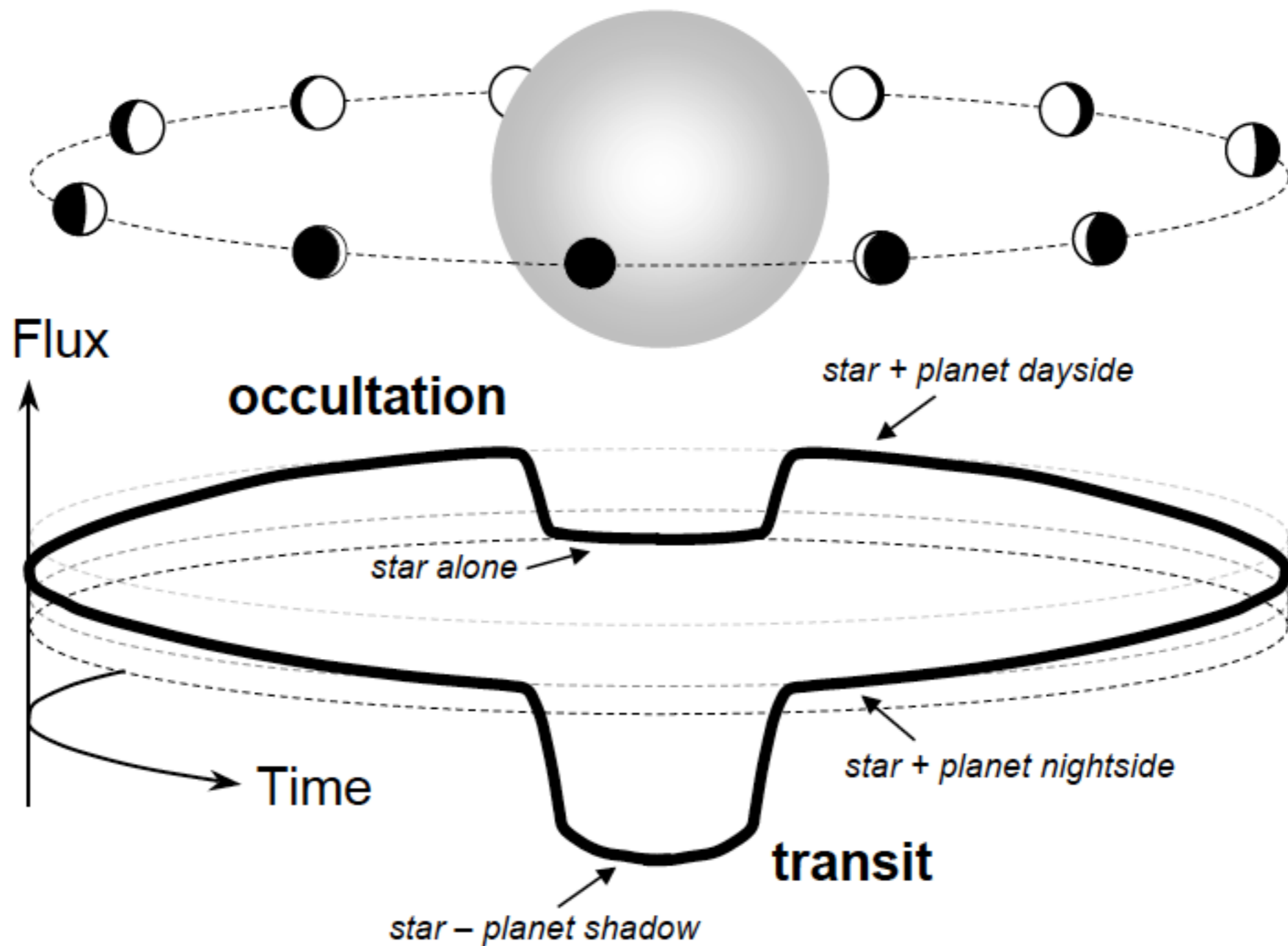


Fig. 1.— Illustration of transits and occultations. Only the combined flux of the star and planet is observed. During a transit, the flux drops because the planet blocks a fraction of the starlight. Then the flux rises as the planet's dayside comes into view. The flux drops again when the planet is occulted by the star.

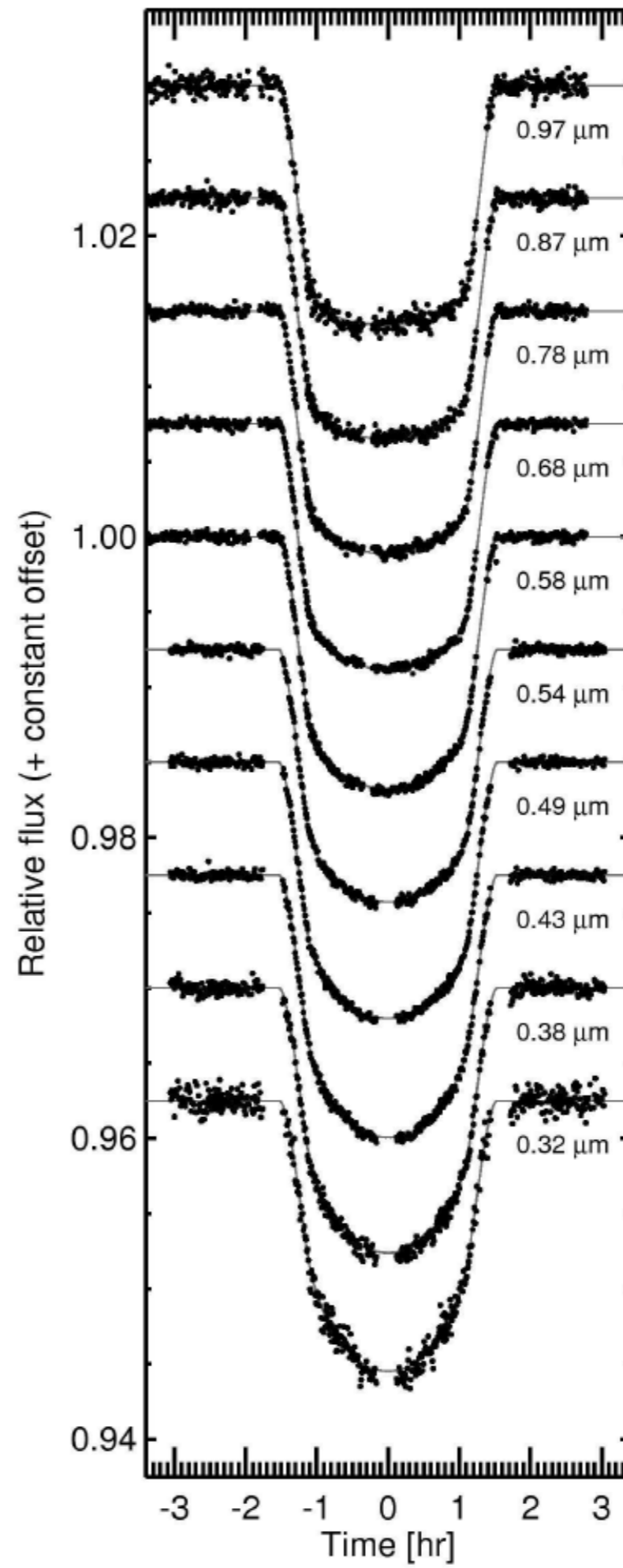


Fig. 4.— Transits of the giant planet HD 209458b observed at wavelengths ranging from $0.32 \mu\text{m}$ (bottom) to $0.97 \mu\text{m}$ (top). At shorter wavelengths, the limb darkening of the star is more pronounced, and the bottom of the light curve is more rounded. The data were collected with the *Hubble Space Telescope* by Knutson et al. (2007a).

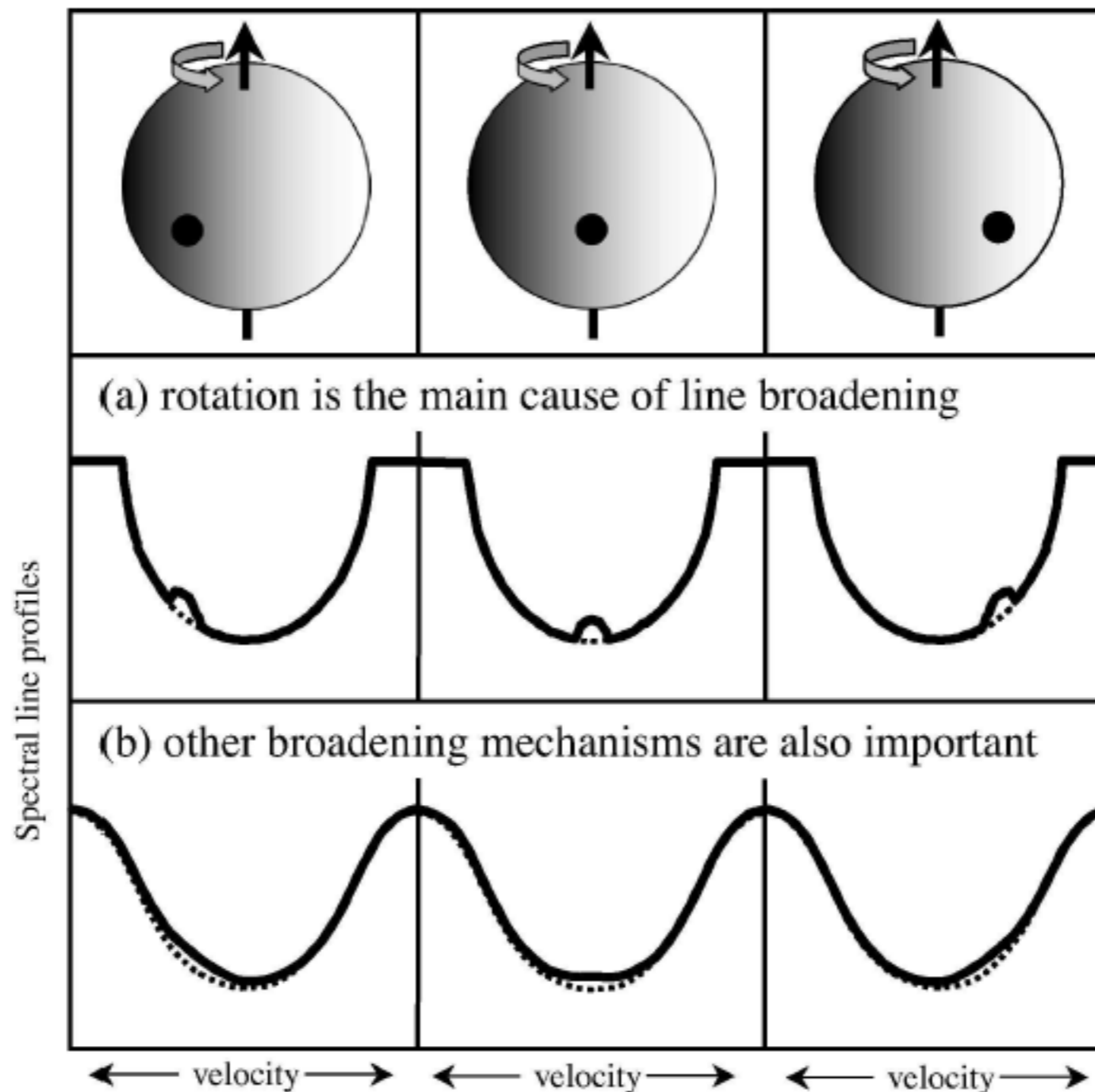


Fig. 5.— Illustration of the Rossiter-McLaughlin (RM) effect. The three columns show three successive phases of a transit. The first row shows the stellar disk, with the grayscale representing the projected rotation velocity: the approaching limb is black and the receding limb is white. The second row shows the corresponding stellar absorption line profiles, assuming rotation to be the dominant broadening mechanism. The “bump” occurs because the planet hides a fraction of the light that contributes a particular velocity to the line-broadening kernel. The third row shows the case for which other line-broadening mechanisms are important; here the RM effect is manifested only as an “anomalous Doppler shift.” Adapted from Gaudi & Winn (2007).

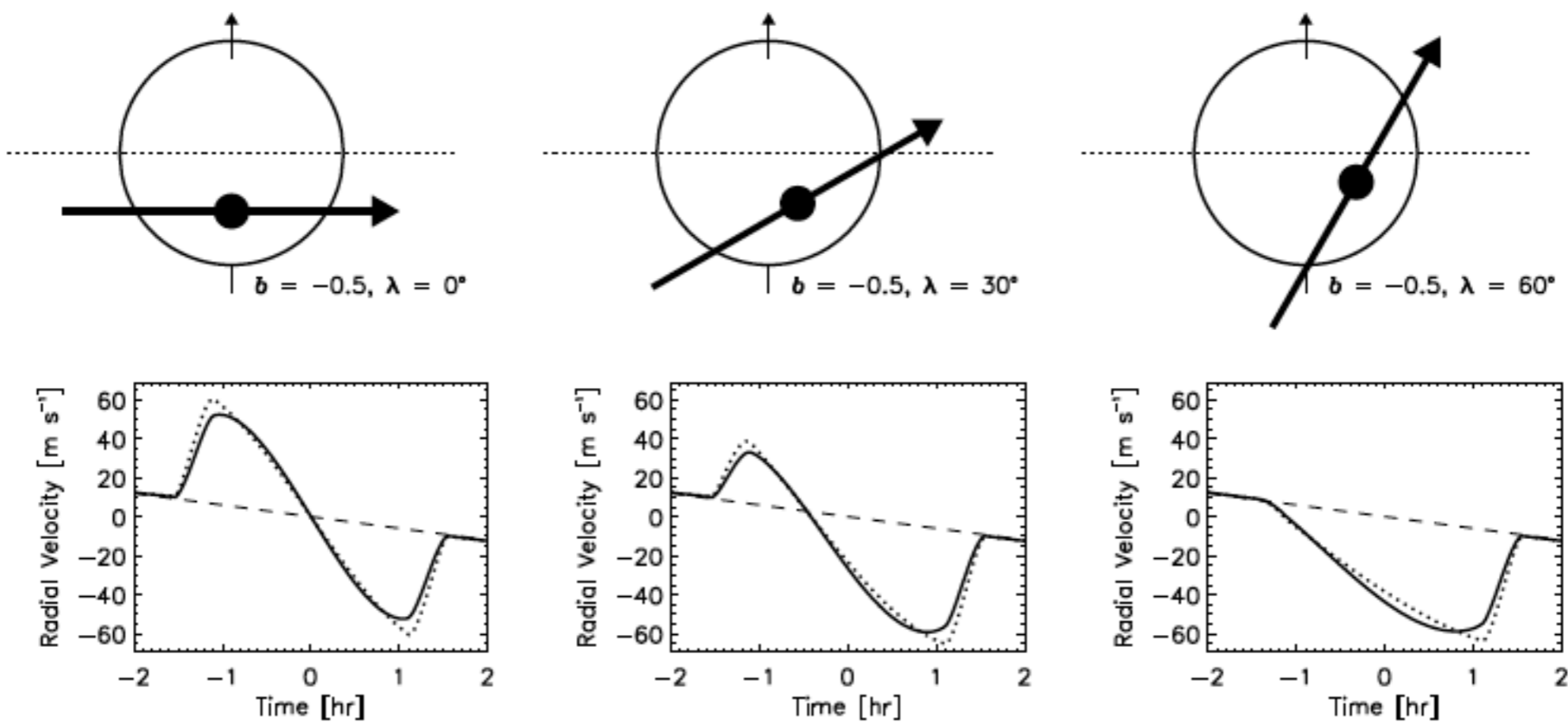


Fig. 6.— Using the RM effect to measure the angle λ between the sky projections of the orbital and stellar-rotational axes. Three different possible trajectories of a transiting planet are shown, along with the corresponding RM signal. The trajectories all have the same impact parameter and produce the same light curve, but they differ in λ and produce different RM curves. The dotted lines are for the case of no limb darkening, and the solid lines include limb darkening. From Gaudi & Winn (2007).

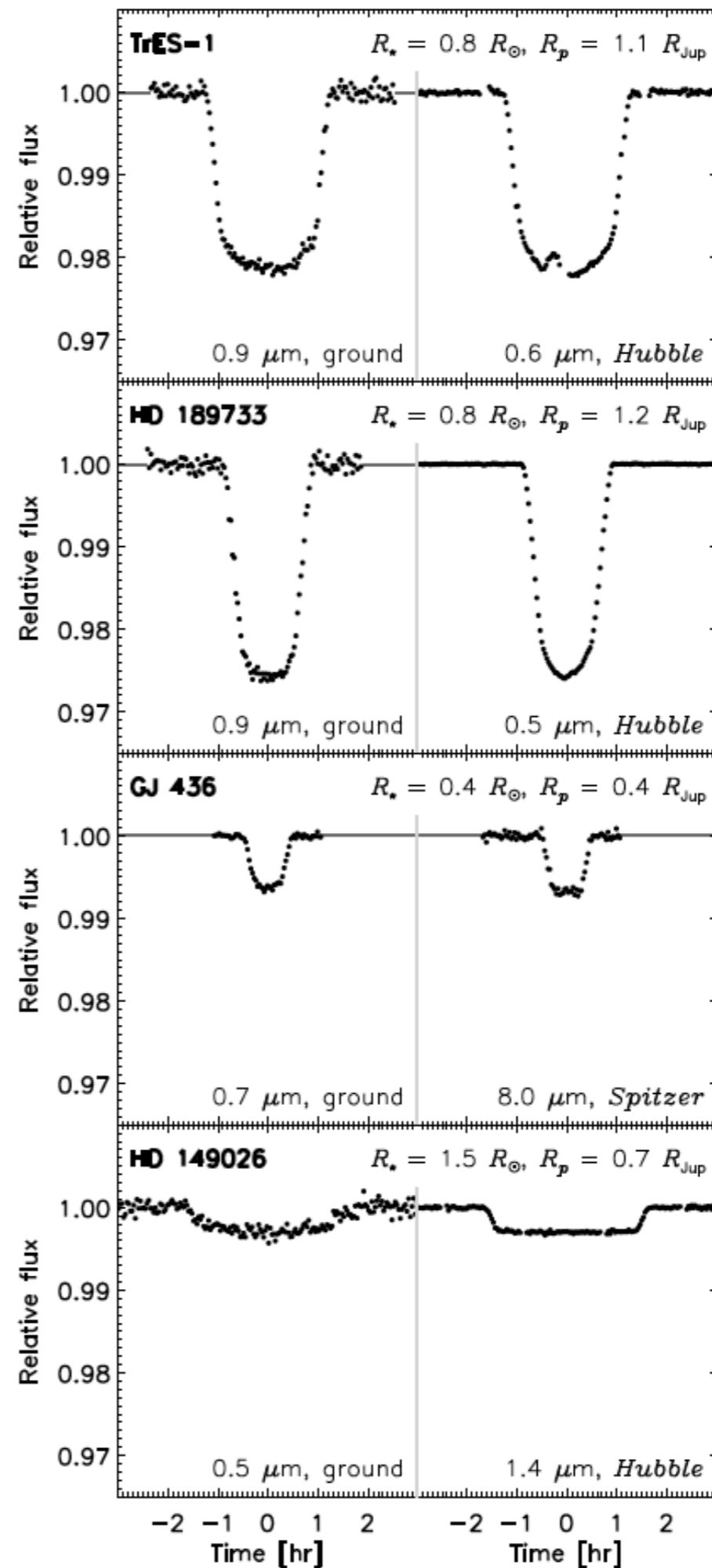


Fig. 8.— Examples of transit light curves based on ground-based observations (left) and space-based observations (right). In the top right panel, the “bump” observed just before midtransit is interpreted as the covering of a dark starspot by the planet. From upper left to lower right, the references are Winn et al. (2007a), Rabus et al. (2009), Winn et al. (2007b), Pont et al. (2008), Holman et al. in prep., Gillon et al. (2007), Winn et al. (2008), and Carter et al. (2009).

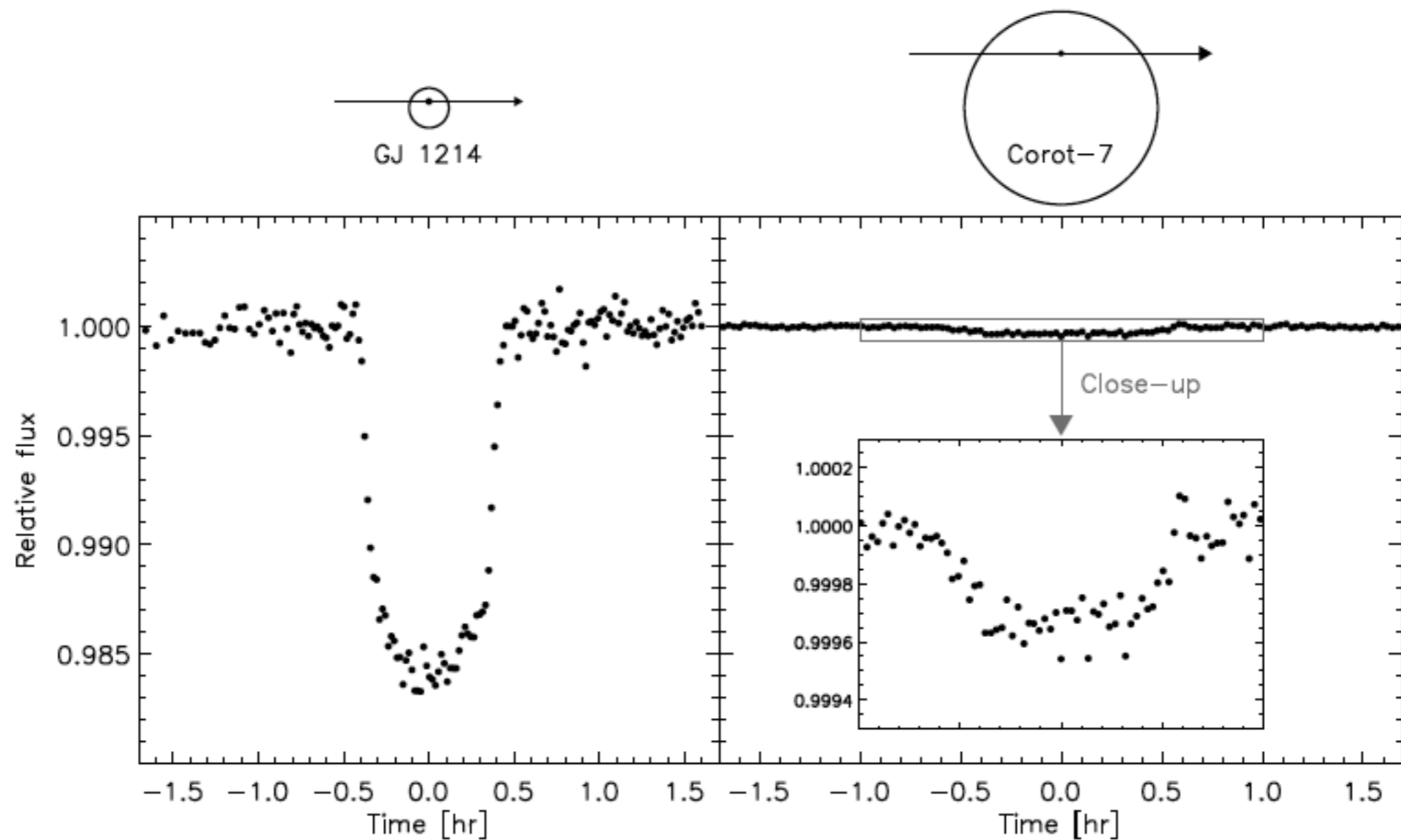


Fig. 10.— Transits of two different super-Earths, GJ 1214b (left) and CoRoT-7b (right). The planets are approximately the same size, but because GJ 1214b orbits a small star (spectral type M4.5V) its transit depth is much larger than that of CoRoT-7b, which orbits a larger star (G9V). References: Charbonneau et al. (2009), Léger et al. (2009).

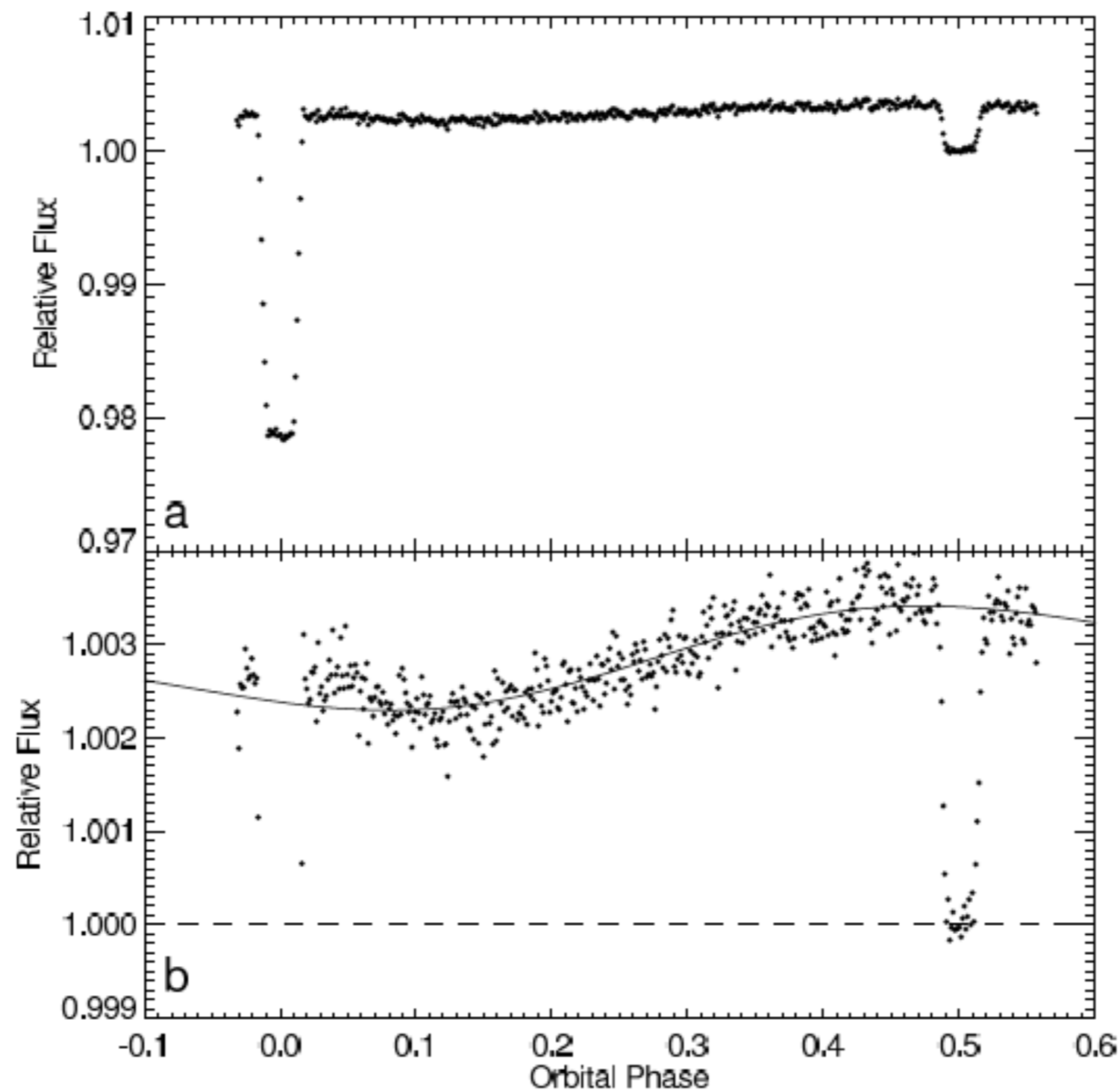


Fig. 11.— The combined $8 \mu\text{m}$ brightness of the K star HD 189733 and its giant planet, over a 33 hr interval including a transit and an occultation. The bottom panel shows the same data as the top panel but with a restricted vertical scale to highlight the gradual rise in brightness as the planet's dayside comes into view. The amplitude of this variation gives the temperature contrast between the dayside (estimated as $1211 \pm 11 \text{ K}$) and the nightside ($973 \pm 33 \text{ K}$). From Knutson et al. (2007b).

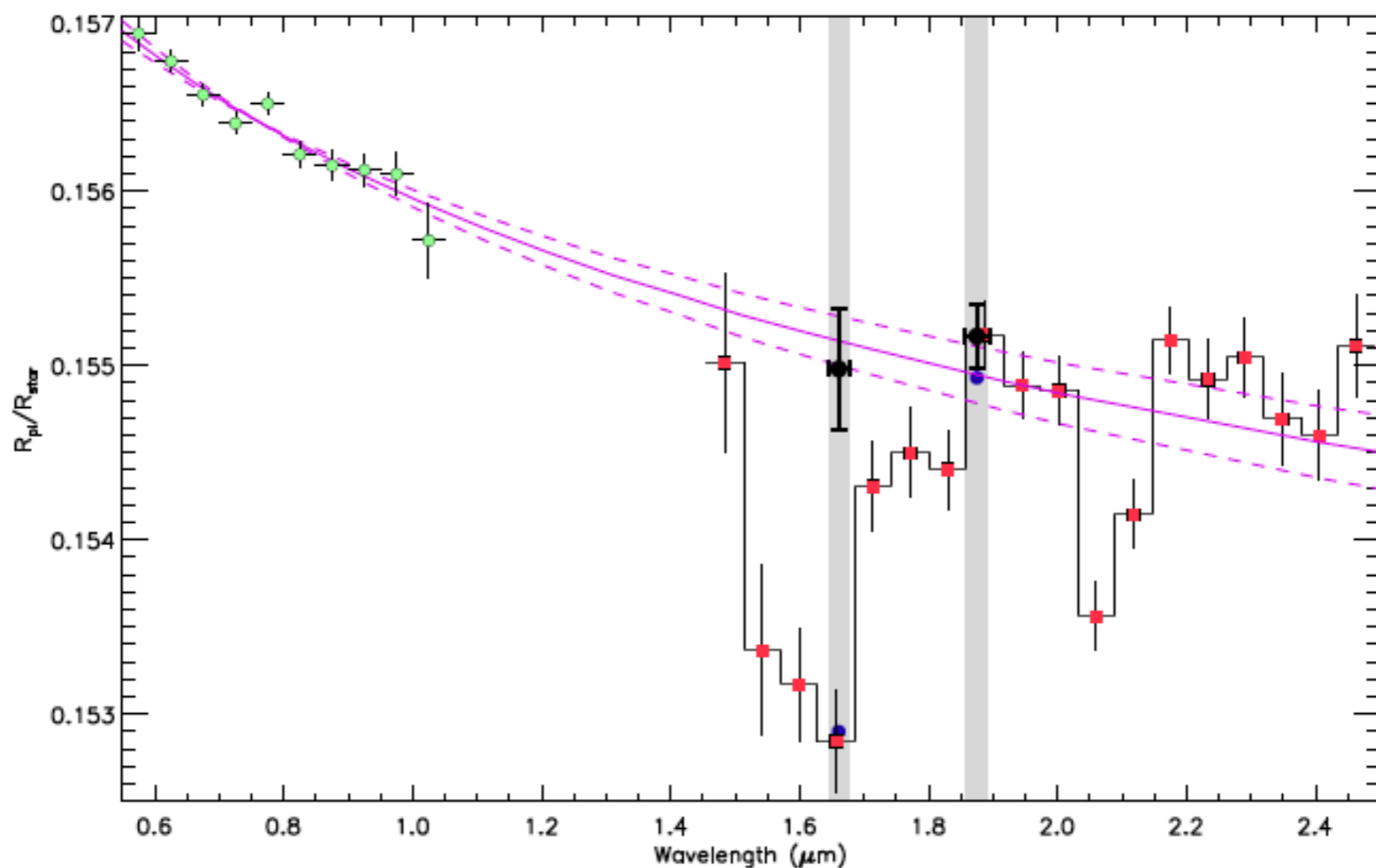


Fig. 12.— Transmission (transit) spectroscopy of the gas giant HD 189733b, using the *Hubble Space Telescope*. The symbols with errors bars are measurements of the effective planet-to-star radius ratio as a function of wavelength. The dip at 1.6 μm was interpreted as evidence for water, and the rise at 2.1 μm as evidence for methane (Swain et al. 2008). However, subsequent observations at 1.7 μm and 1.9 μm , shown with darker symbols and gray bands, disagree with the earlier results and are consistent with a Rayleigh scattering model (solid and dashed curves). From Sing et al. (2009).

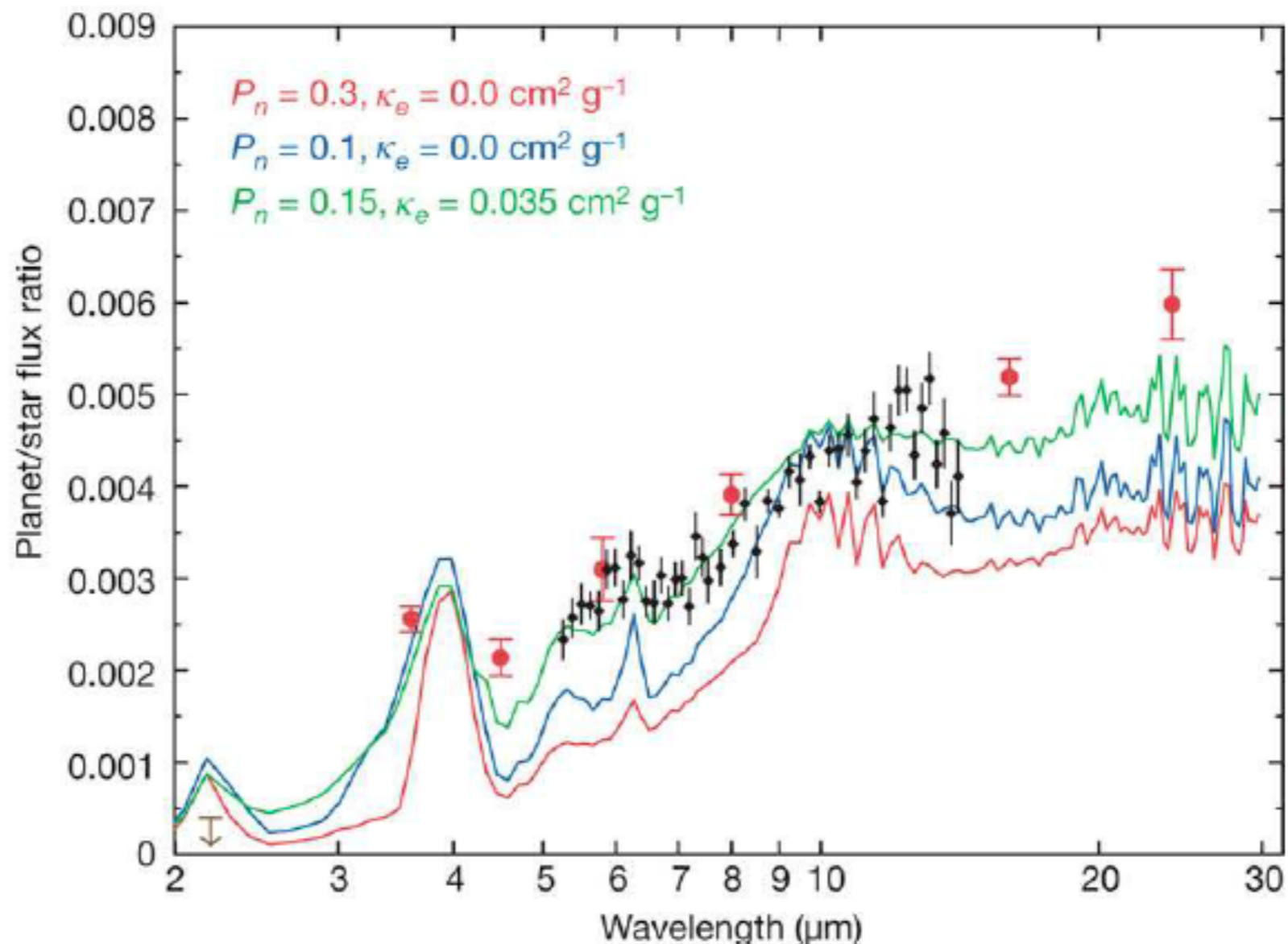


Fig. 13.— Occultation spectroscopy of the gas giant HD 189733b, using the *Spitzer Space Telescope*. The points show measurements of the flux density ratio of the planet and star as a function of wavelength. The smaller and finer-sampled points are based on observations with a dispersive spectrograph while the larger points are based on broadband filter photometry. The three lines show the outputs of model atmospheres with varying choices for the parameters P_n , specifying the efficiency of heat transfer from dayside to nightside, and κ_e , specifying the opacity of a putative high-altitude absorbing species. From Grillmair et al. (2008).

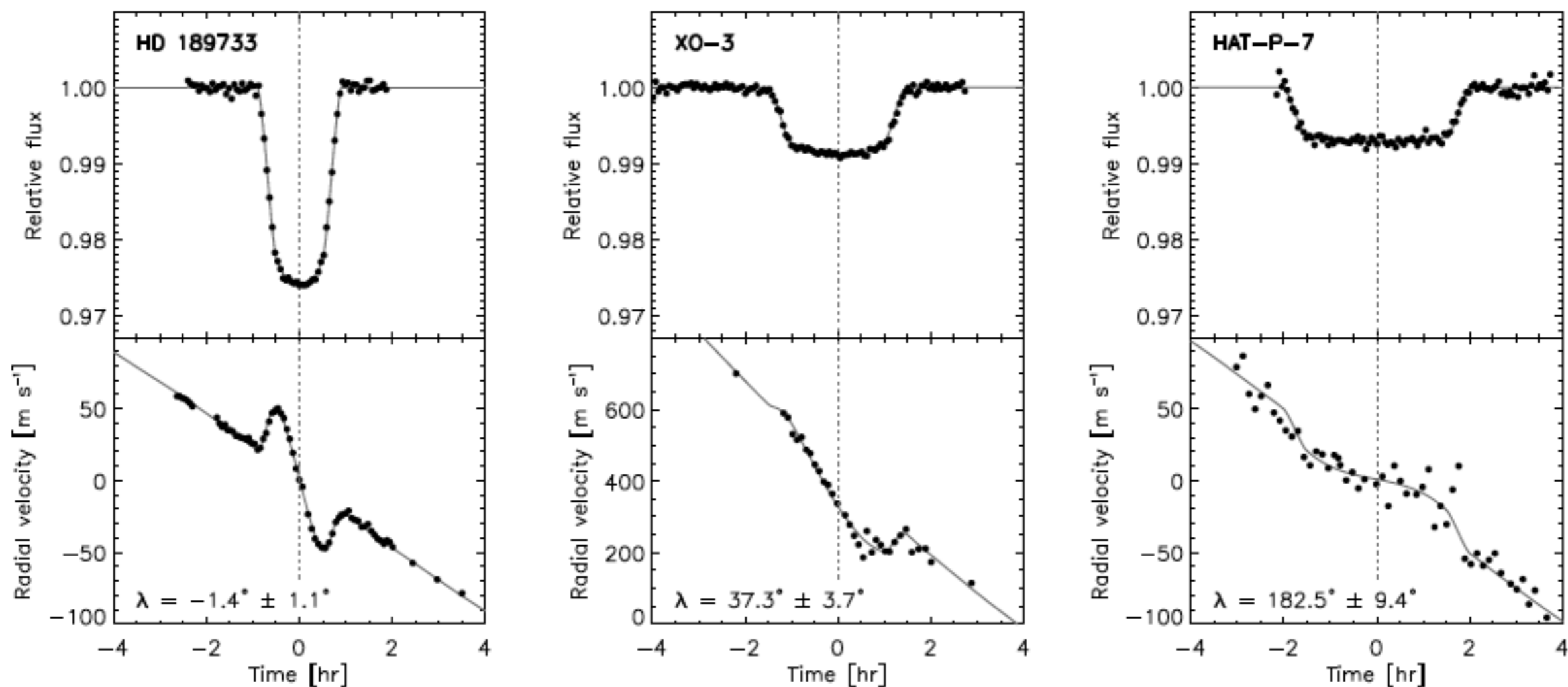
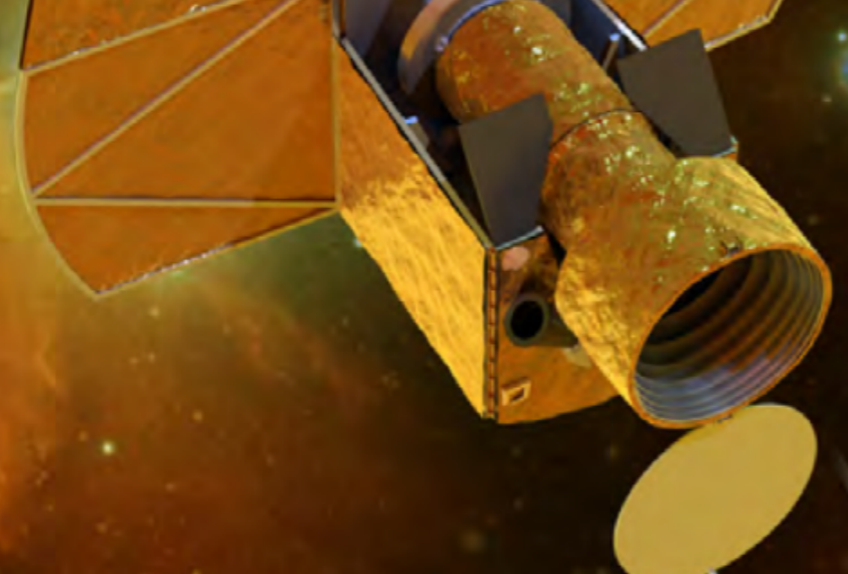


Fig. 14.— Examples of data used to measure the projected spin-orbit angle λ . The top panels show transit photometry, and the bottom panels show the apparent radial velocity of the star, including both orbital motion and the anomalous Doppler shift (the Rossiter-McLaughlin effect). The left panels show a well-aligned system and the middle panels show a misaligned system. The right panels show a system for which the stellar and orbital “north poles” are nearly *antiparallel* on the sky, indicating that the planet’s orbit is either retrograde or polar (depending on the unknown inclination of the stellar rotation axis). References: Winn et al. (2006; 2009a,b).



CHEOPS

CHARACTERIZING EXOPLANET SATELLITE

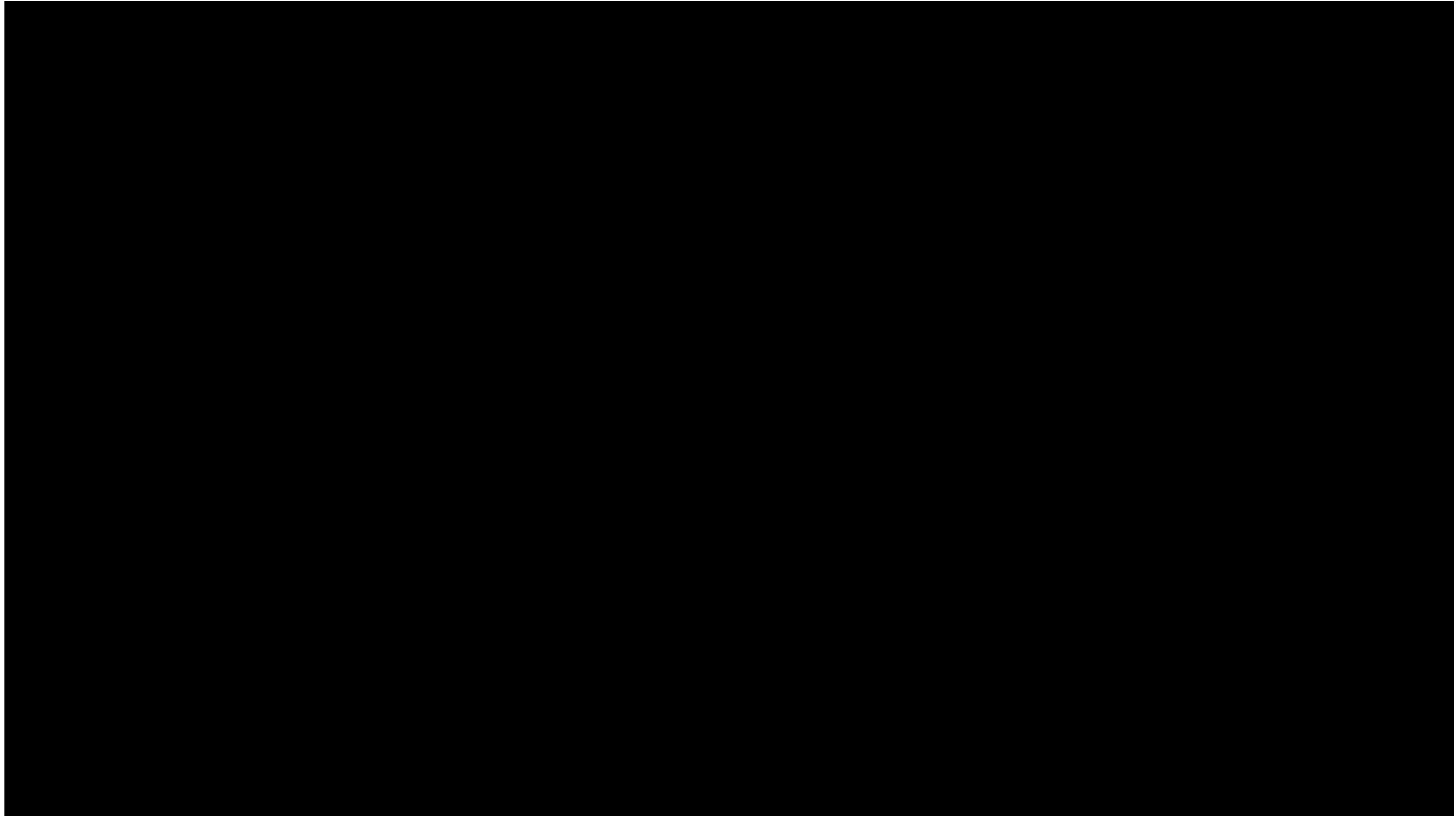


100% vapor

50% vapor



CHEOPS (2017 – 2020)





Mission Status & Summary

Mission Status

CHEOPS has been proposed as an S-class mission in response to the call for Proposals issued by ESA in March 2012.

On 19 October 2012 it was selected for study for the first S-class mission.

On 19 February 2014 CHEOPS was adopted by SPC.

Mission Summary:

The following table summarizes the mission.

| Name | CHEOPS, CHaracterizing ExOPlanet Satellite |
|--------------|---|
| Primary Goal | Characterize transiting exoplanets on known bright and nearby host stars |
| Targets | Known exoplanet host stars with a V-magnitude < 12.5 (goal: 13) anywhere on the sky |
| Wavelength | Visible range : 400 to 1100 nm |
| Telescope | 33 cm reflective an-axis telescope |
| Orbit | Sun-synchronous Low Earth Orbit, LTAN 6am, altitude 620-800 km |
| Lifetime | 3.5 years |
| Type | S-class mission |

(last update Feb 2014)

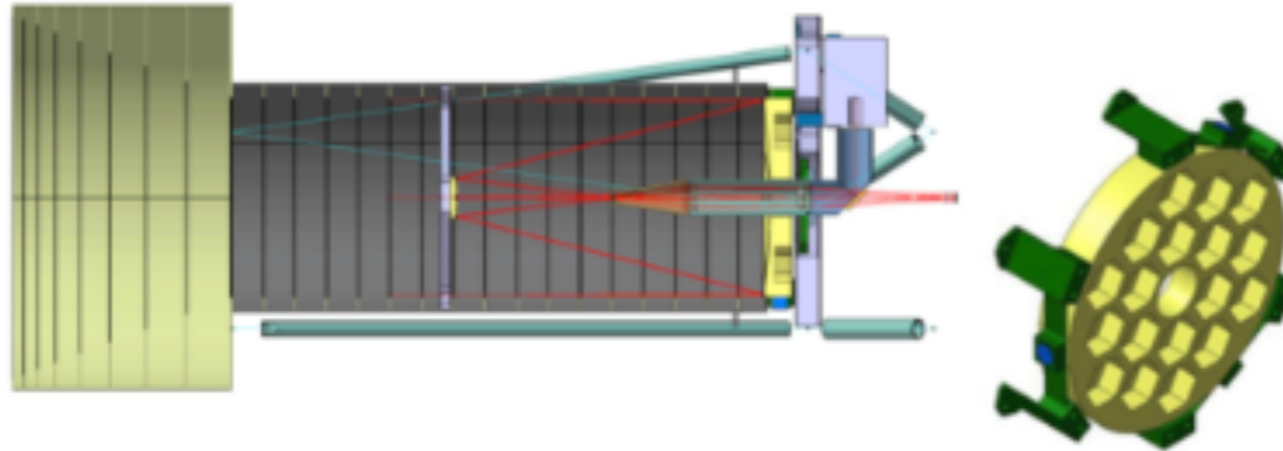


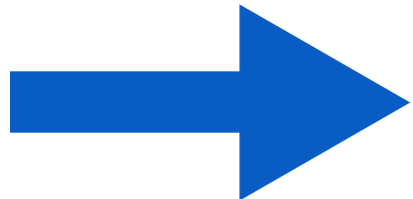
Fig. 2: Initial mechanical concept for the telescope and the lightweighted primary mirror

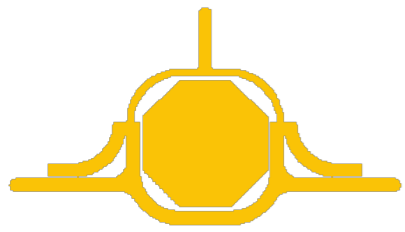
| | Mass (kg, No Margin) | Mass (kg, incl.20% Margin) |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| Telescope Structure | 14.6 | 17.5 |
| Optical Bench | 2.5 | 3.0 |
| Focal Plane Assembly | 2.0 | 2.4 |
| Lens Assembly | 2.0 | 2.4 |
| Readout Electronics | 5.0 | 6.0 |
| Electronics Box (PCM, DPM, TCM) | 5.6 | 6.7 |
| Radiator | 1.0 | 1.2 |
| Outer Baffle Assembly | 11.0 | 13.2 |
| Total | 46.1 | 55.3 |
| Gyro Assembly | 4.5 | 5.4 |
| Star Tracker Assembly | 1.1 | 1.3 |
| Total (incl. PRS components) | 48.3 | 58.0 |

Table 1: Current payload mass breakdown

Board Members:

| Country | Institute | Name |
|---------|---|--------------------------------|
| A | Institut für Weltraumforschung, Graz | Baumjohann Wolfgang |
| A | Institut für Weltraumforschung, Graz | Steller Manfred |
| B | University of Liège | Gillon Michaël |
| B | Centre Spatial de Liège | Renotte Etienne |
| CH | Universität Bern | Benz Willy |
| CH | Universität Bern | Thomas Nicolas |
| CH | Observatory of the University of Geneva | Udry Stéphane |
| F | Laboratoire d'astrophysique de Marseille | Deleuil Magali |
| F | Institut d'astrophysique de Paris | Lecavelier des Etangs Alain |
| GER | DLR Institute of Planetary Research | Spohn Tilman |
| HU | Admatis | Barczy Tamas |
| HU | Konkoly Observatory | Kiss Laszlo |
| I | Università di Padova | Piotto Giampaolo |
| I | Osservatorio Astronomico di Padova - INAF | Ragazzoni Roberto |
| P | Deimos | Gutierrez Antonio |
| P | Centro de Astrofisica da Universidade do Porto | Santos Nuno C. |
| S | Onsala Space Observatory, Chalmers Univ. of Technology | Liseau René |
| S | Stockholm University, Stockholm | Olofsson Göran |
| UK | University of Warwick | Pollacco Don |





CHEOPS

A konzorcium vezetője:

University of Bern, Svájc

Partnerek:

Olasz, svájci, osztrák, svéd, brit,
német, belga intézetek, cégek,

Kelet-Európából egyedül:

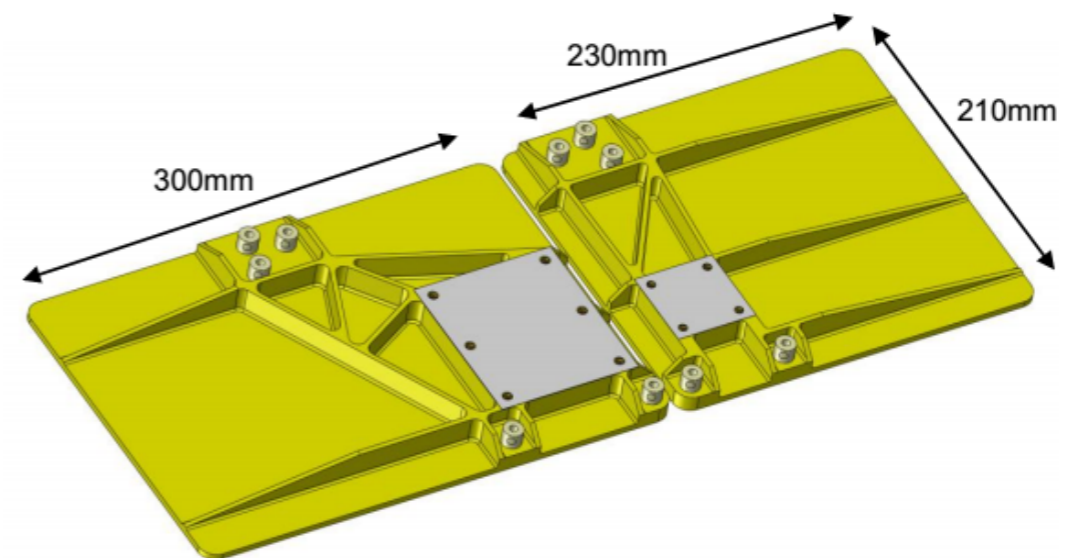
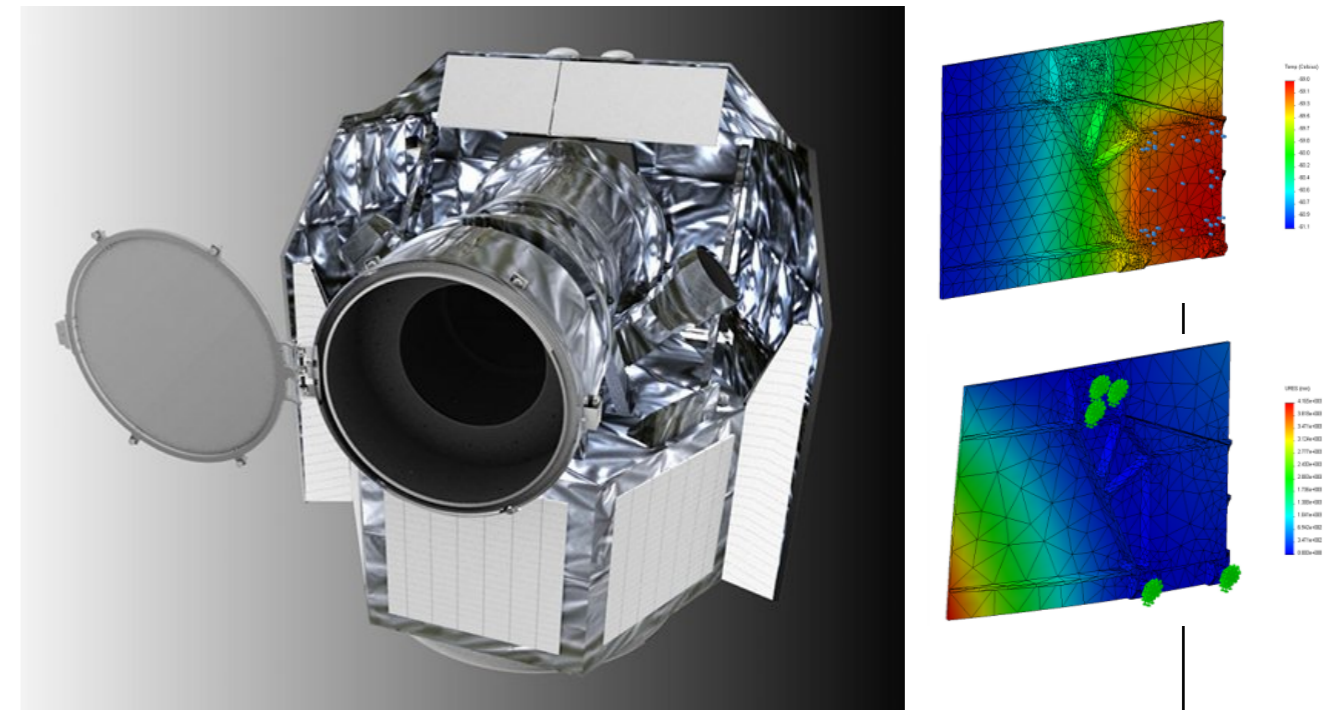
Admatis Kft. és MTA CSFK

Az Admatis feladatai:

Hűtő radiátorok tervezése és
kivitelezése.

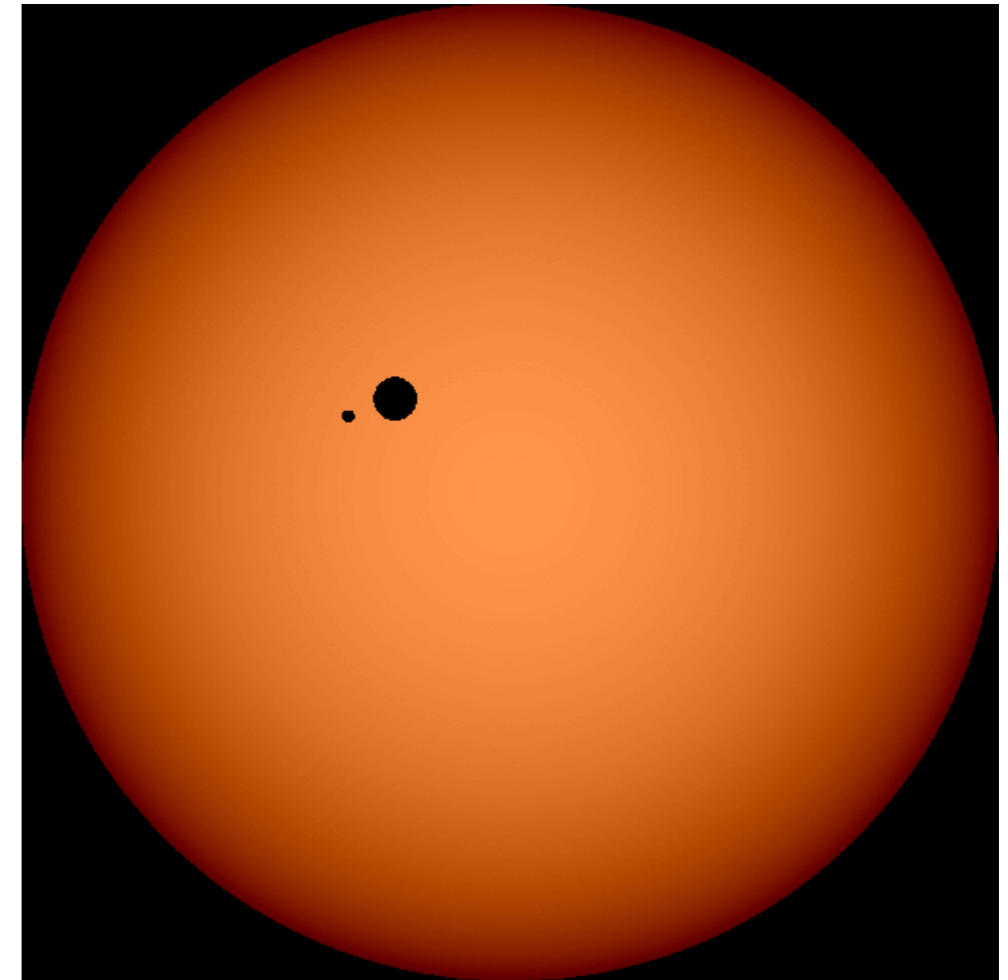
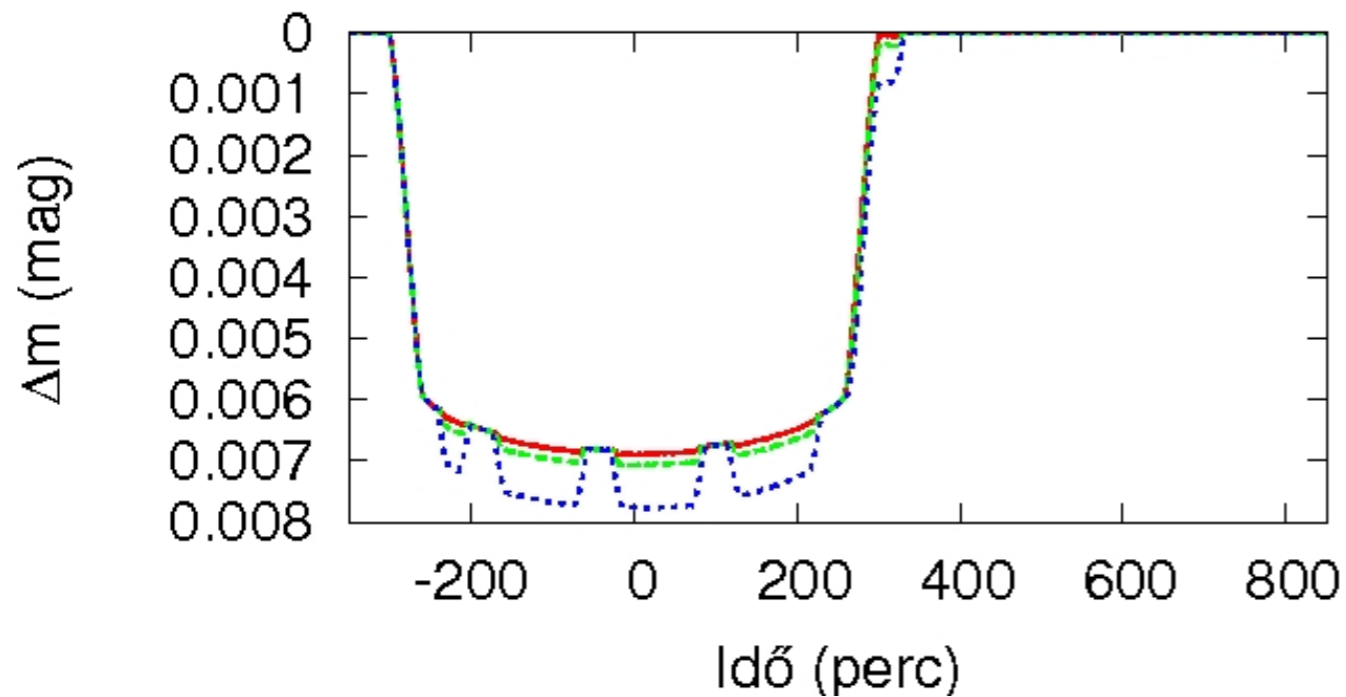
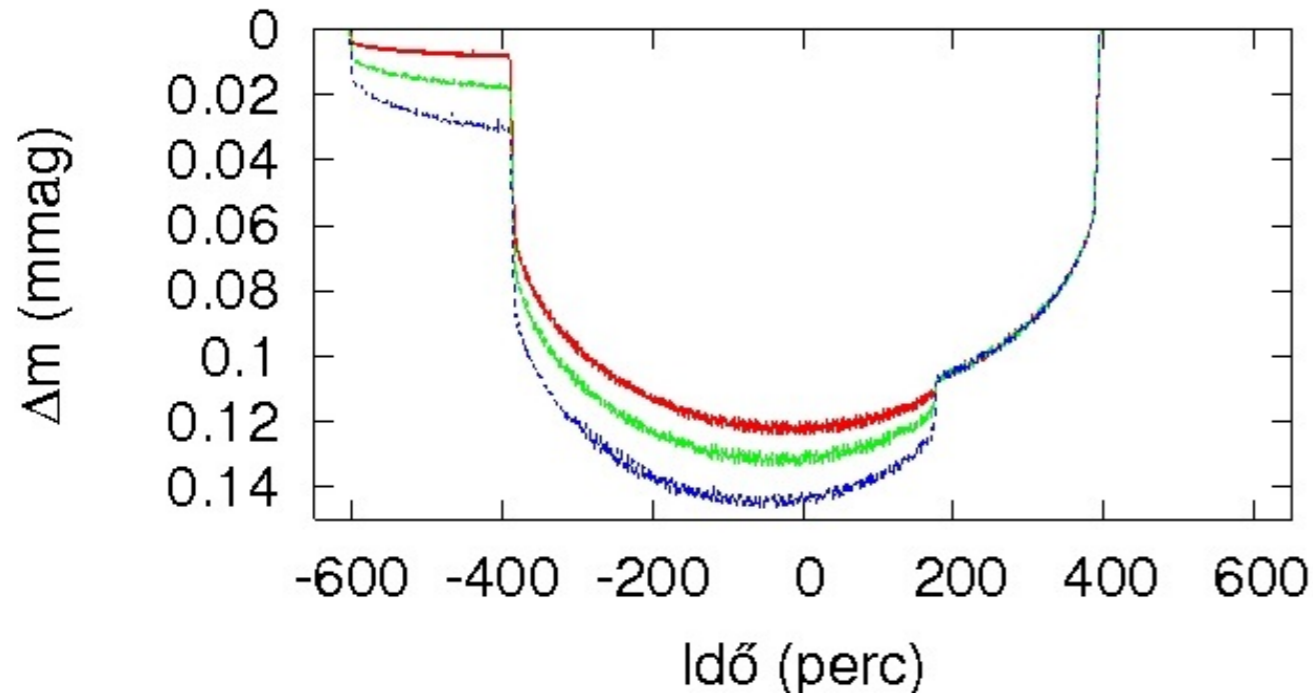
Az MTA CSFK feladatai:

Exoholdak



Preliminary design of radiators

Exoholdak: tranzitos exobolygók holddal



Simon Attila és mtsai.



www.engadget.com/2013/04/09/nasa-gives-planet-hunting-tesse- Olvasó

Keresés

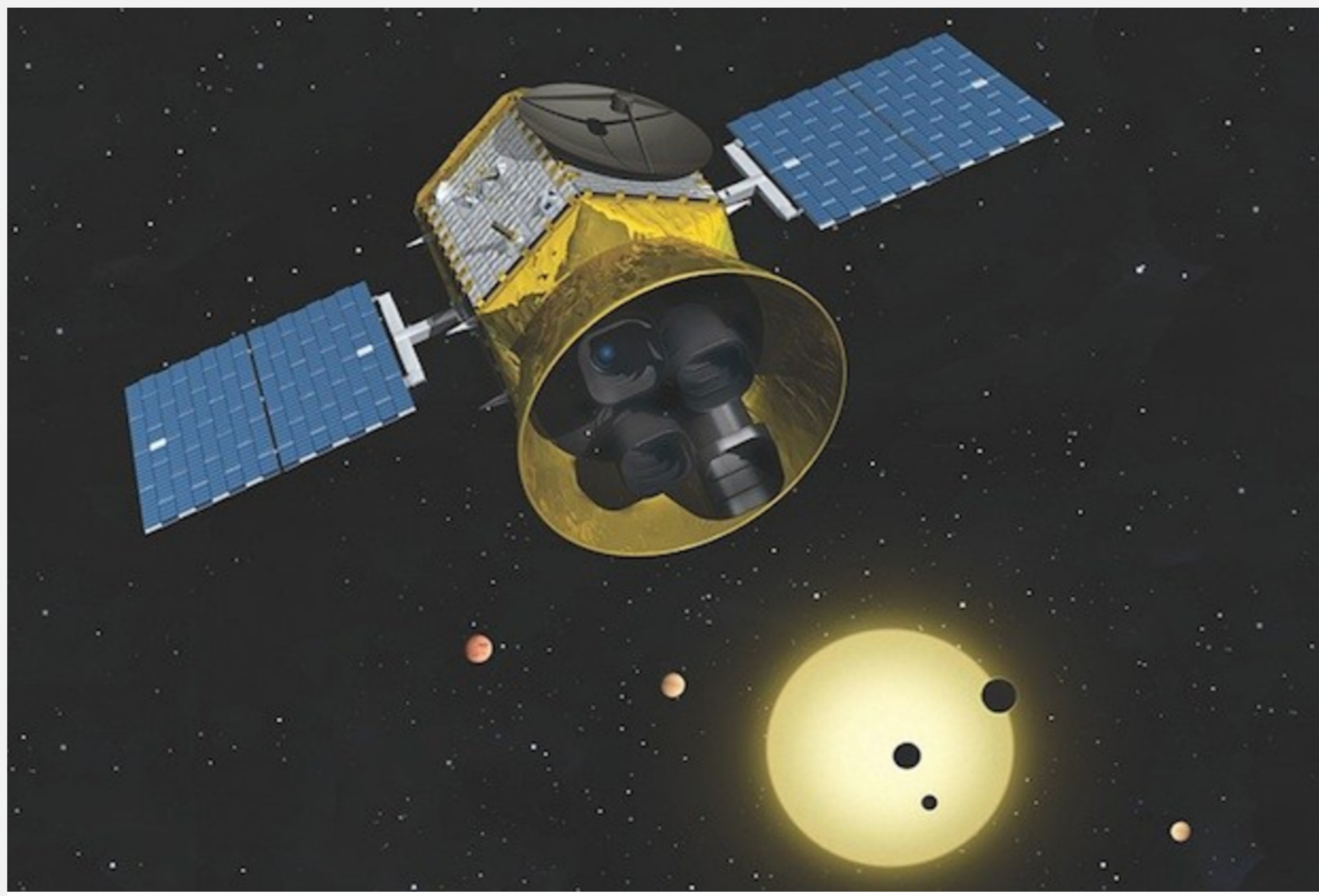
Apple Yahoo! Google Maps YouTube Wikipedia Astropub ▾ Instapaper: Read Later

Kepler: Announcing 461 New Kepler Planet Ca... × NASA gives planet-hunting TESS space tele... Gmail +

NASA gives planet-hunting TESS space telescope go-ahead for 2017 launch

By Donald Melanson posted Apr 9th, 2013 at 3:01 PM

17



CUSTOMISE
Choose what's important to you

Download Free AOL Toolbar

FEATURED STORIES

APRIL 11, 2013 5

Hands-on redux: Creative's Interactive Gesture Camera at IDF 2013 Beijing (video)

APRIL 11, 2013

NASA's [Kepler space telescope](#) hasn't exactly been a slouch when it comes to [planet](#)

PLATO 2.0

An European Space Agency (ESA) Cosmic Vision 2015-2025 Project



PLATO 2.0 (PLAnetary Transits and Oscillations of stars) is a medium class (M class) mission studied in the framework of the [ESA Cosmic Vision 2015-2025](#) program.

Project Status

On February 19th 2014 [PLATO has been selected by the ESA SPC](#) for the M3 slot, according to the proposal made by the ESA executive that followed the recommendation by the ESA Space Science Advisory Committee.



Tweets

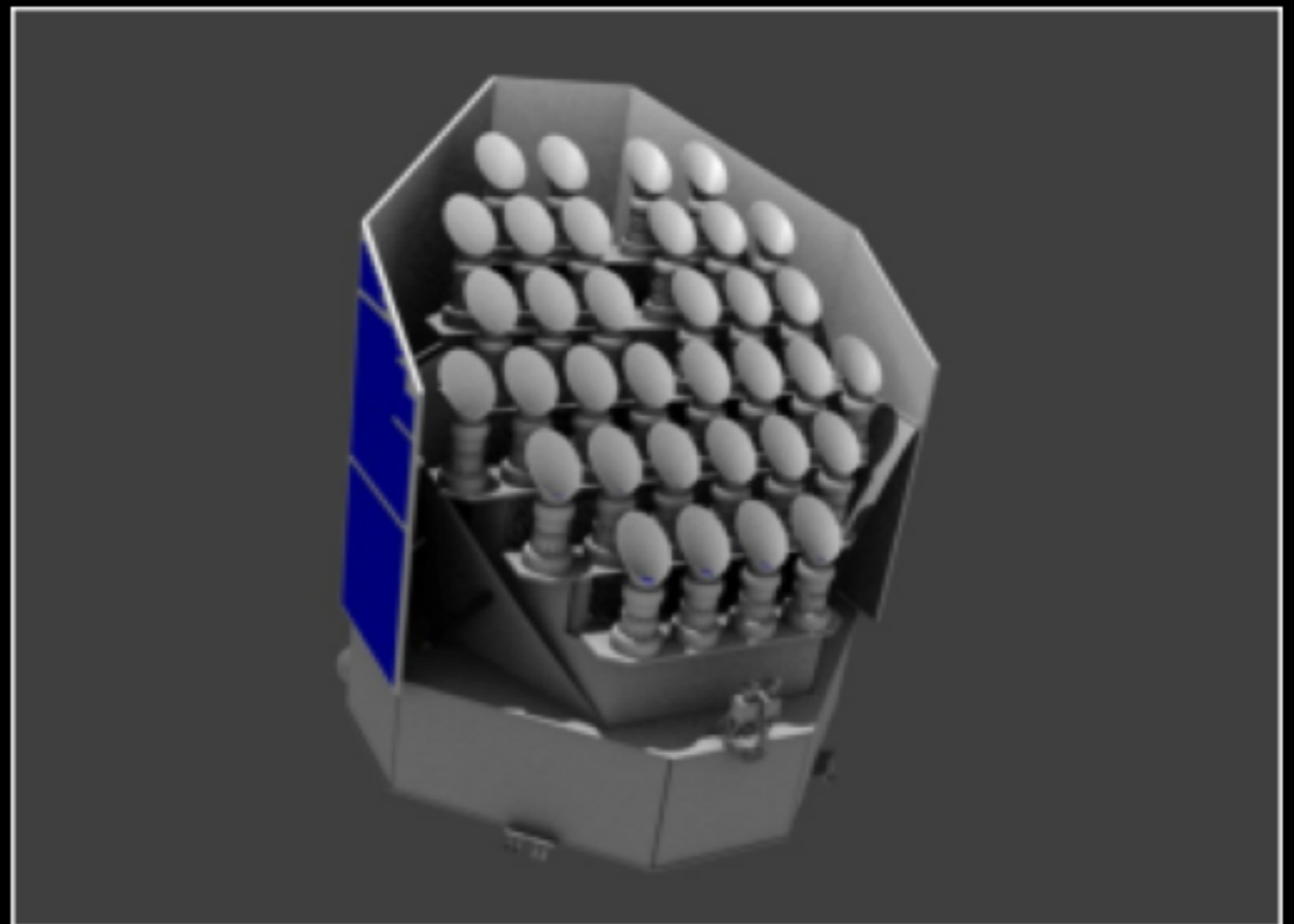
 Follow

A jövő űrfotometriai missziói

TESS 2017-
NASA

CHEOPS 2017-
ESA S-misszió

PLATO 2024-
ESA M-misszió





esa

PLATO 2.0

Planetary Transits and Oscillation of Stars

Feladat az előadás témájához

- Dolgozzunk ki öt számítási feladatot, amelyek segítenek megérteni az exobolygó-kereső módszerek fizikai és mérés technikai alapelveit, s illusztrálják, hogyan lehet egyszerű (geometriai) megfontolásokkal következtetni a bolygók méretére, tömegére, felszíni fényvisszaverő képességükre! Keressünk konkrét exobolygó-rendszereket (www.exoplanet.eu), hogy a számítások valódi csillagokra és bolygókra vonatkozzanak. Foglalkozzunk az exoholdak lehetőségével is!
- Bónusz feladat: hogyan lehetne összehasonlítani élőben és méretarányosan a Naprendszer bolygóit a Kepler-11 rendszerével?