W poszukiwaniu nowej Ziemi

Andrzej Udalski
Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytetu Warszawskiego

Gdzie mieszkamy?

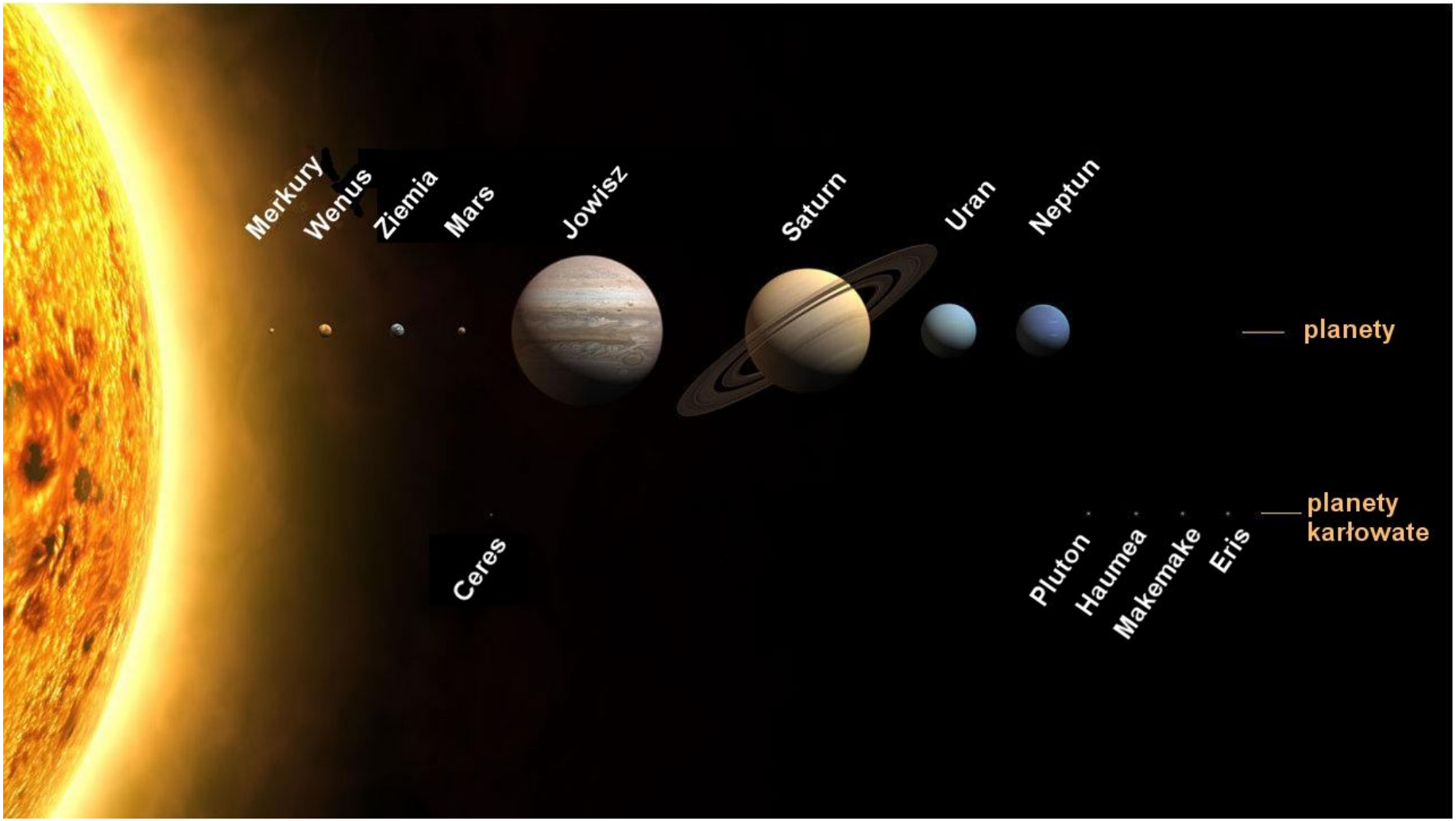
Ziemia: Masa = 1 M_E Średnica = 1 R_E
Słońce: 1 M_S = 333950 M_E Średnica = 109 R_E
Jowisz Masa =1 M_J = 0.001 M_S Promień = 1 R_J = 0.1 R_S

Planety gazowe:
Saturn
Uran
Neptun

Planety skaliste:
Merkury
Wenus
Mars

Inne ciała:
Planety karłowate
Asteroidy, komety

Układ Słoneczny



Historia Poszukiwań Planet

Kilkudziesięcioletnie bezskuteczne próby astrometryczne, spektroskopowe, radiowe.

1992 r. Wolszczan & Frail: planety wokół pulsara PSR1257+12

1995 r. Mayor & Queloz: pierwsza planeta wokół gwiazdy normalnej

1999 r. Odkrycie pierwszego tranzytu planetarnego

2002 r. OGLE: Pierwsza planeta odkryta metodą tranzytów

2004 r. OGLE: Pierwsza planeta odkryta metodą mikrosoczewkowania

2006/2009: Misje satelitarne Corot/KEPLER

Planety Pozasłoneczne

- Młoda, niesłychanie szybko rozwijająca się od ponad 15 lat dziedzina współczesnej astronomii
- Planety pozasłoneczne – ponad 830 potwierdzonych planet w 660 układach
- OGLE – pionierski wkład: dwie metody detekcji: metoda tranzytów i mikrosoczewkowania grawitacyjnego

Metody Odkrywania Planet Pozasłonecznych

Bez

Met

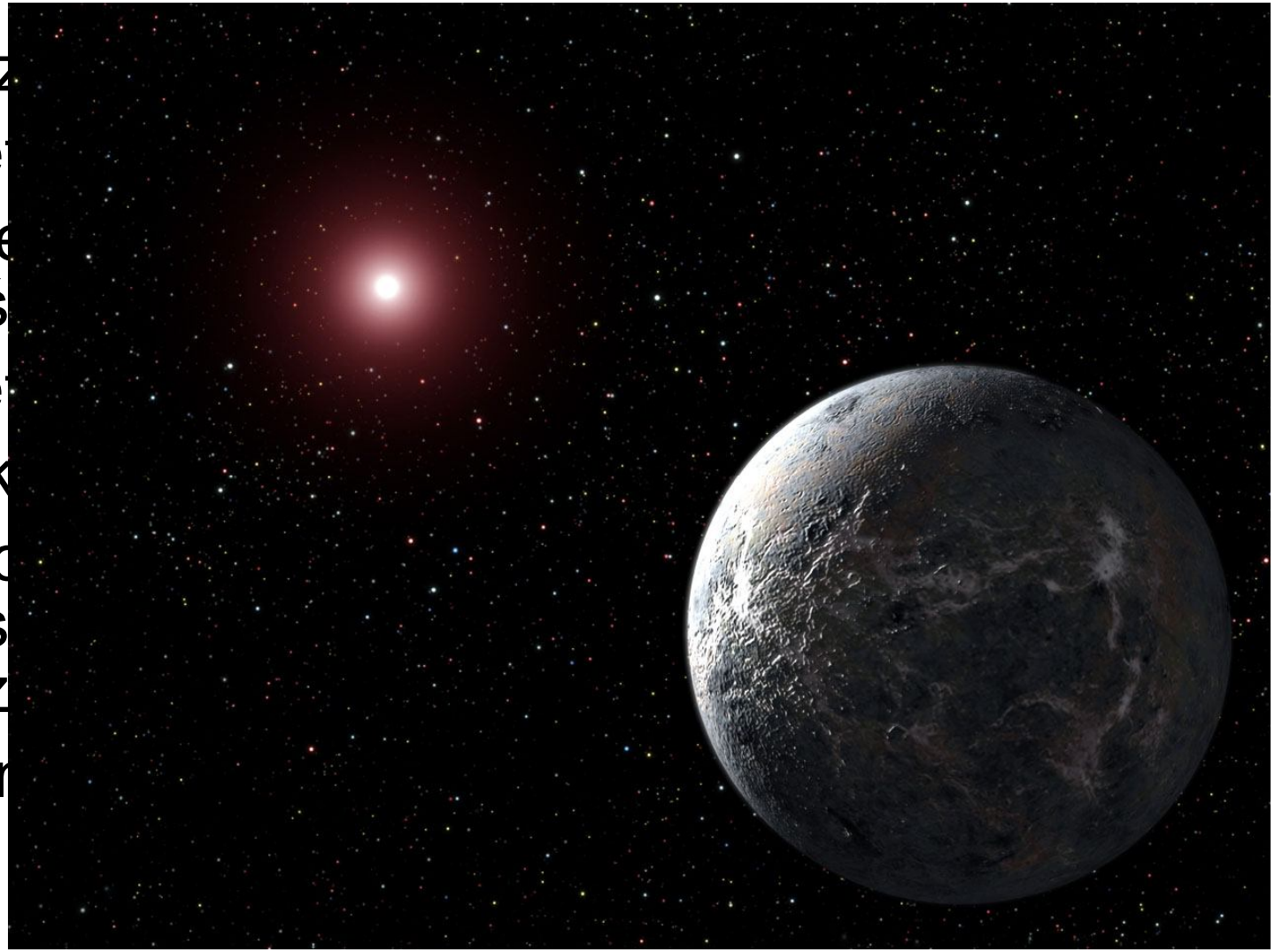
Spe l.
ś

Met

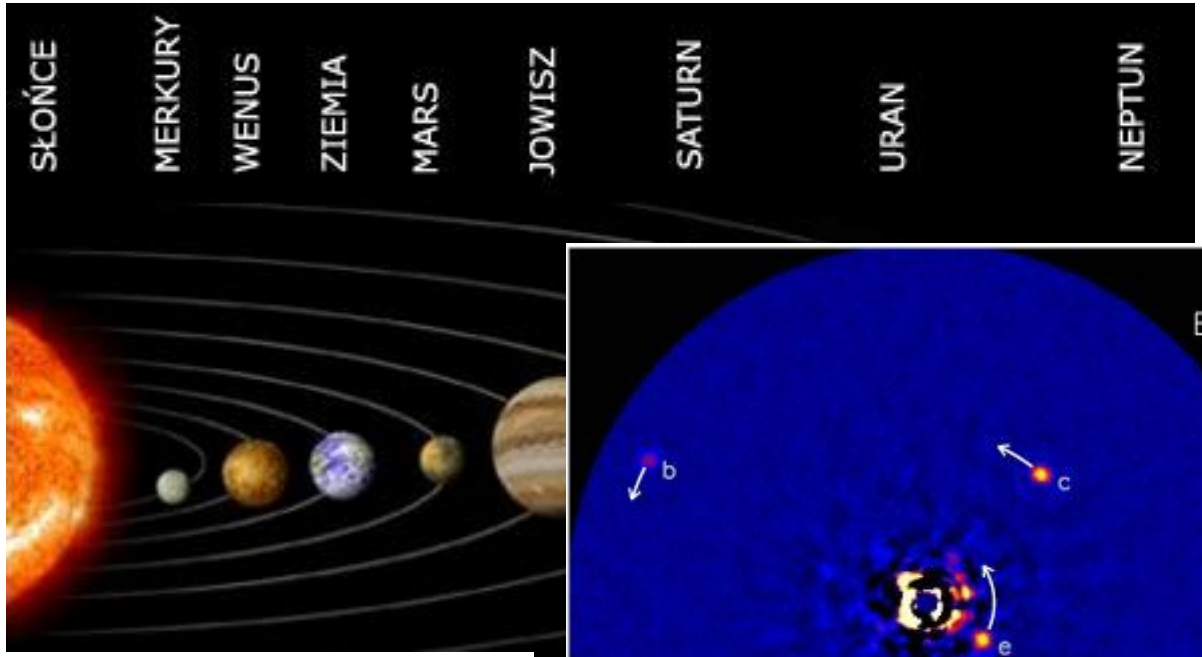
Mik

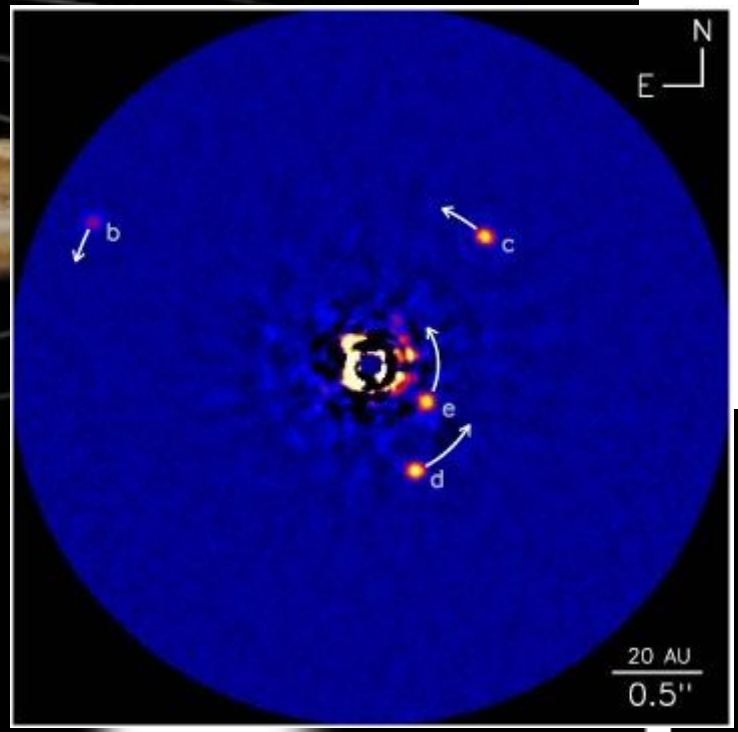
Tec
s
z

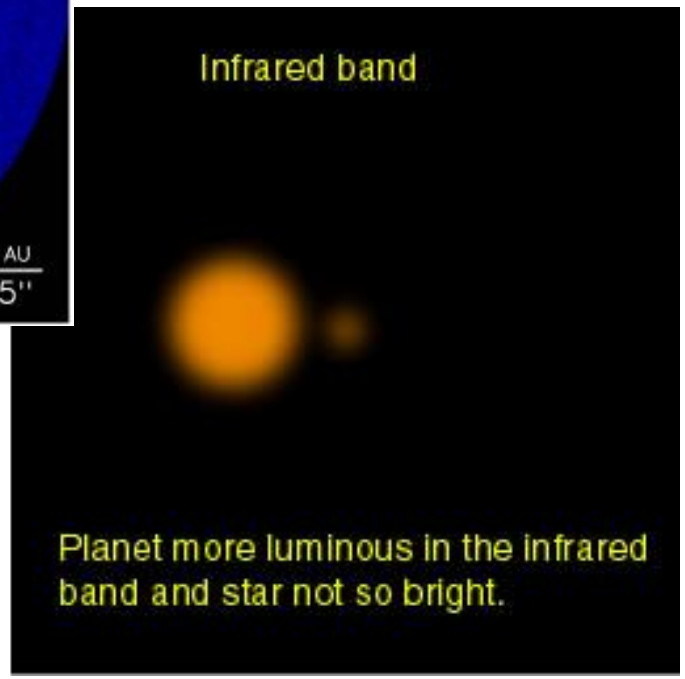
Por



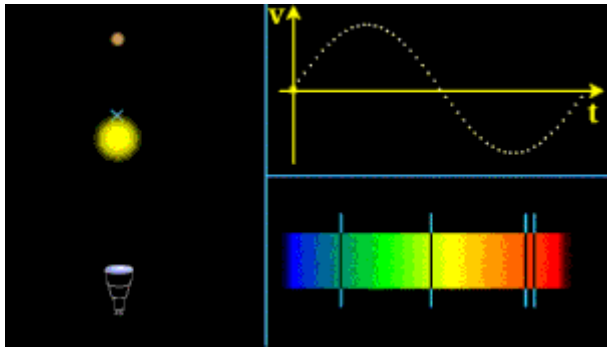
Bezpośrednia Detekcja Planet Pozasłonecznych



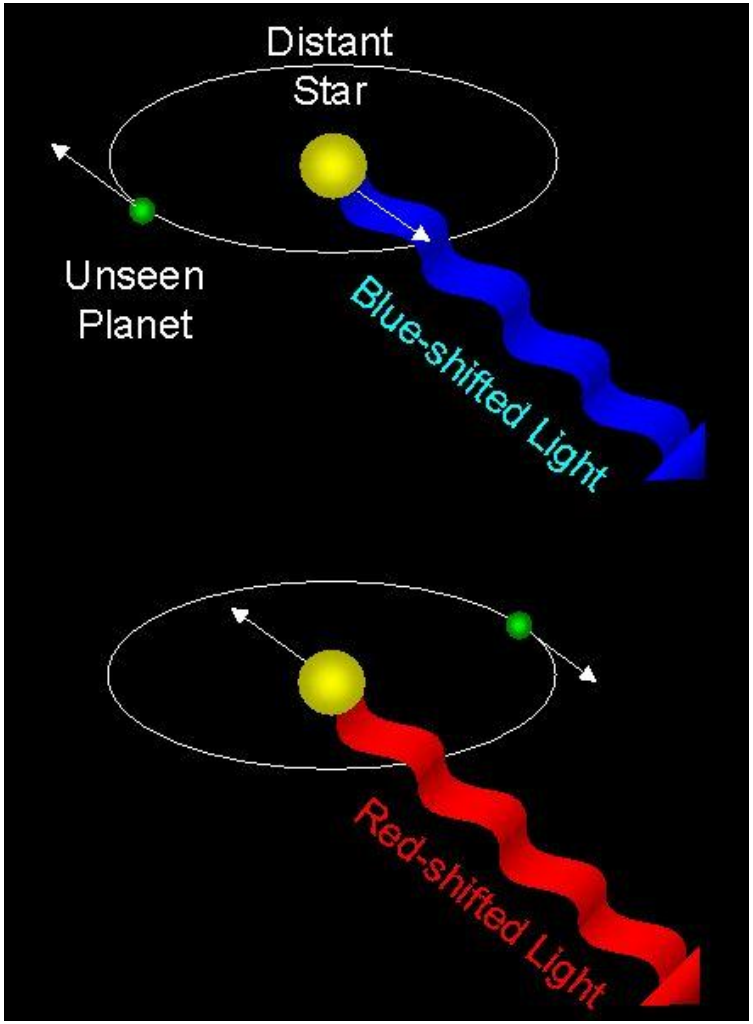




Metoda Spektroskopowa



Efekt Dooplera



Metoda Spektroskopowa

Wymagana ogromna precyzja pomiarów: zmiany prędkości < kilkaset m/s.

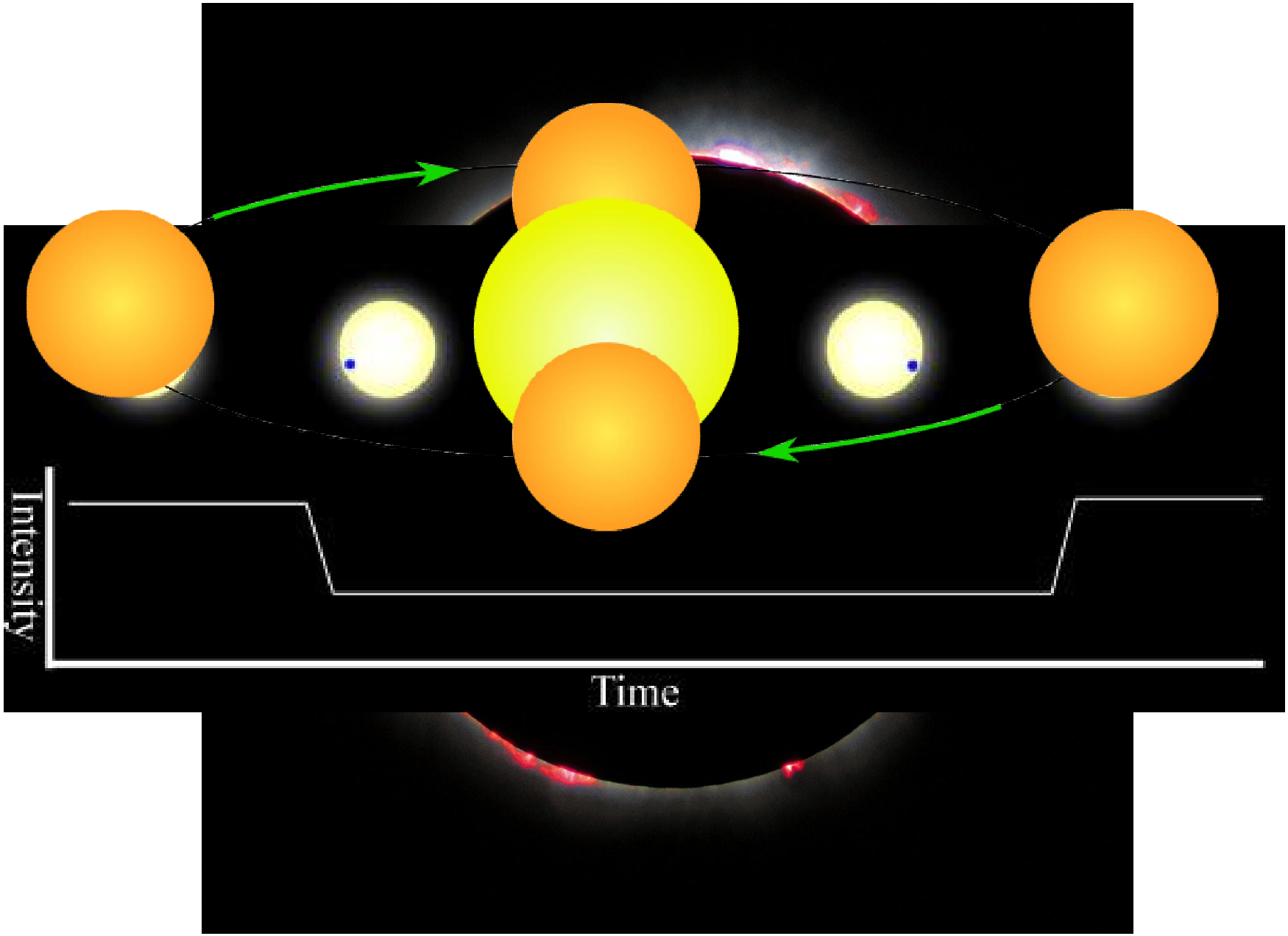
Współczesne techniki pozwalają na pomiary z dokładnością 1 m/s.

Wyznaczana jest tylko minimalna masa planety, bo nie znamy nachylenia orbity: m sin *i.*

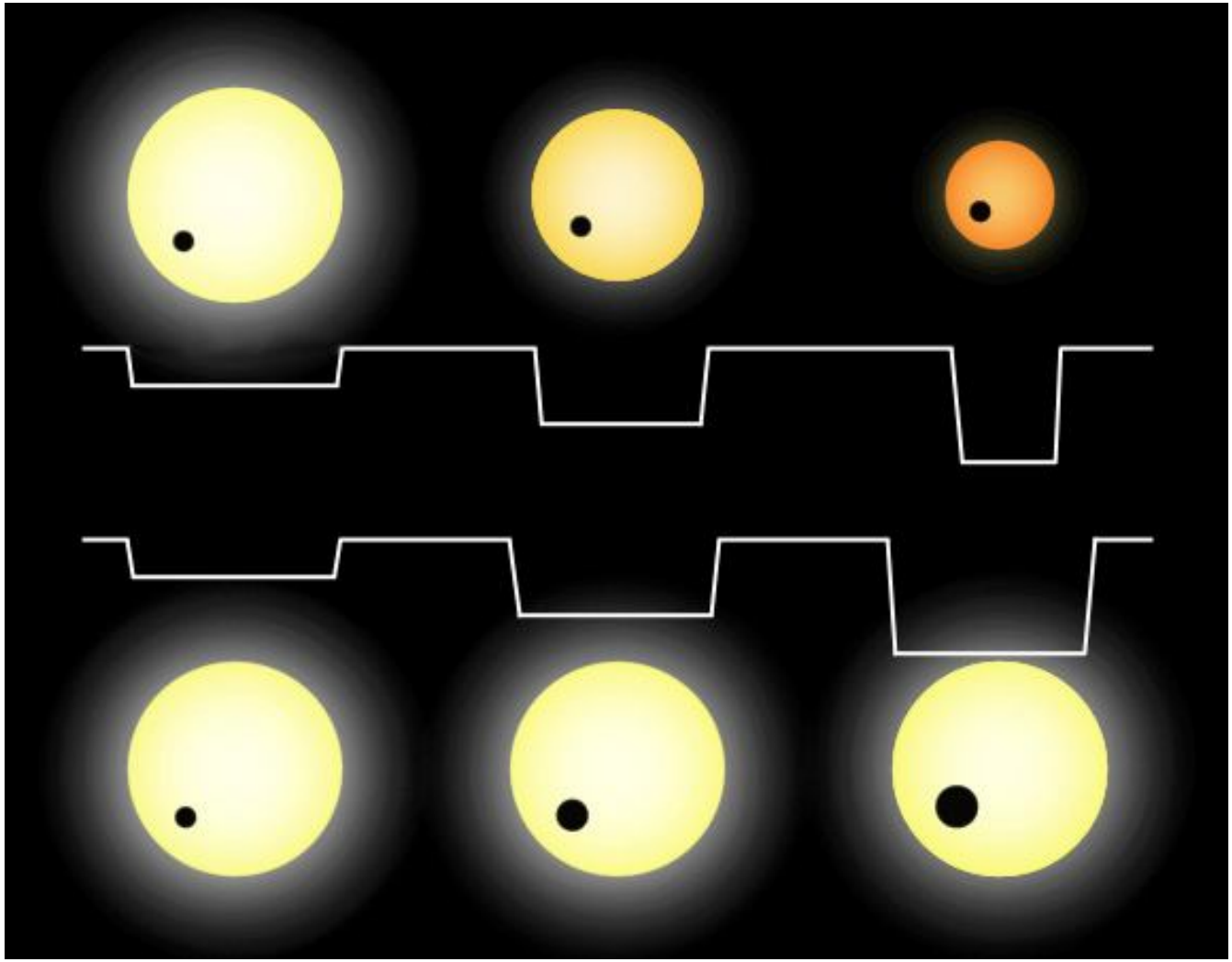
Największa czułość na masywne planety blisko gwiazdy („gorące Jowisze”).

Kilkaset planet odkrytych tą metodą.

Metoda Tranzytów



Metoda Tranzytów



Metoda Tranzytów

Pomiary fotometryczne wielu obiektów umożliwiają masową identyfikację kandydatów.

Pomiary kształtu tranzytów umożliwiają wyznaczenie rozmiaru planety.

Konieczne potwierdzenie przez pomiar masy, bo są ciała o rozmiarach podobnych do planetarnych

Dodatkowe obserwacje spektroskopowe umożliwiają wyznaczenie dokładnej masy (sin i ~ 1.0) i wszystkie podstawowe parametry planety są znane. (Jedyne przypadki !!!).

Duże możliwości dodatkowych badań planet tranzytujących (badania atmosfer itp.)

OGLE

Projekt OGLE: The Optical Gravitational Lensing Experiment (1992 - ….)

WWW pages:
http://ogle.astrouw.edu.pl

OGLE

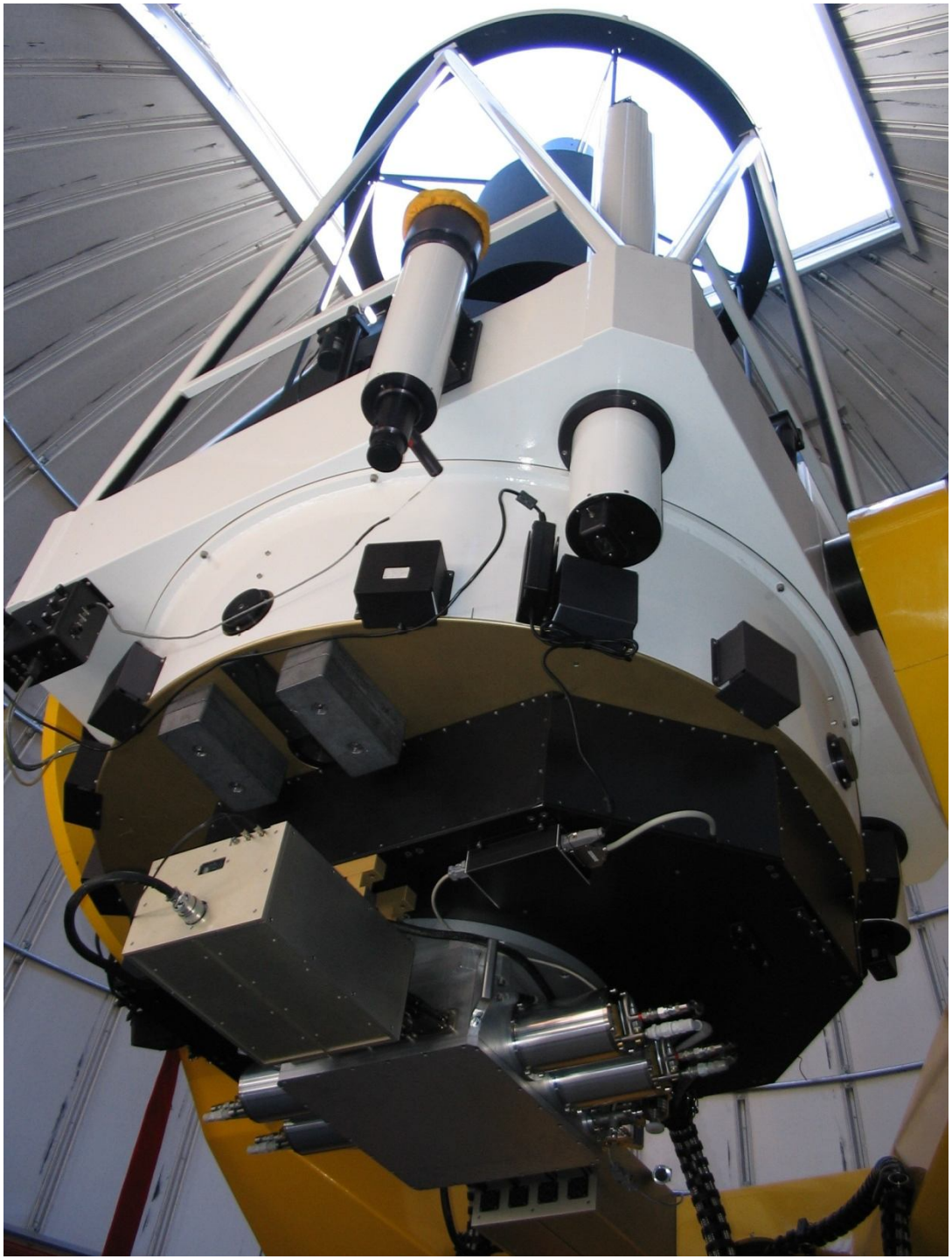
Największy projekt obserwacyjny w historii polskiej astronomii

Jeden z największych na świecie wielkoskalowych przeglądów nieba, regularnie obserwujący ponad miliard gwiazd

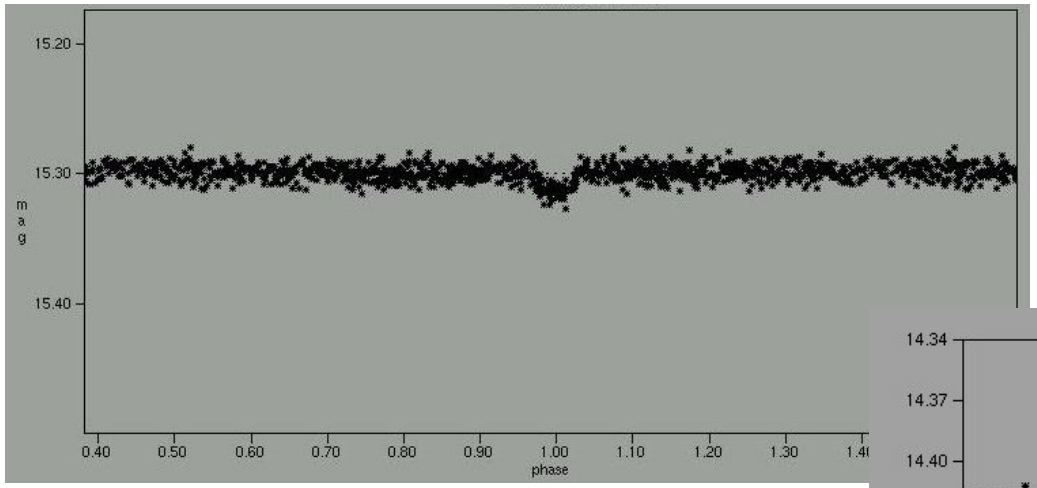
20 lat działalności: 350 prac naukowych w czołowych pismach astronomicznych

>1000 prac opartych na danych OGLE

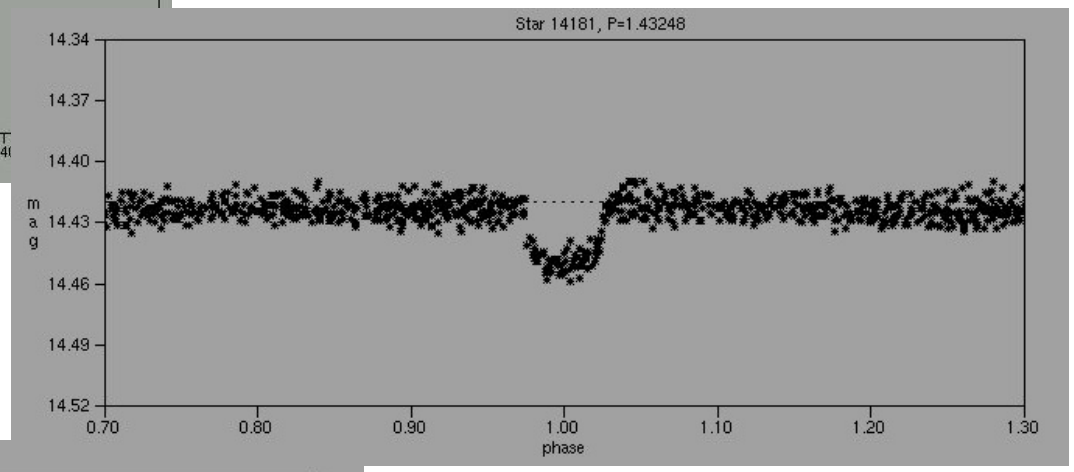
Las Campanas Observatory, Chile



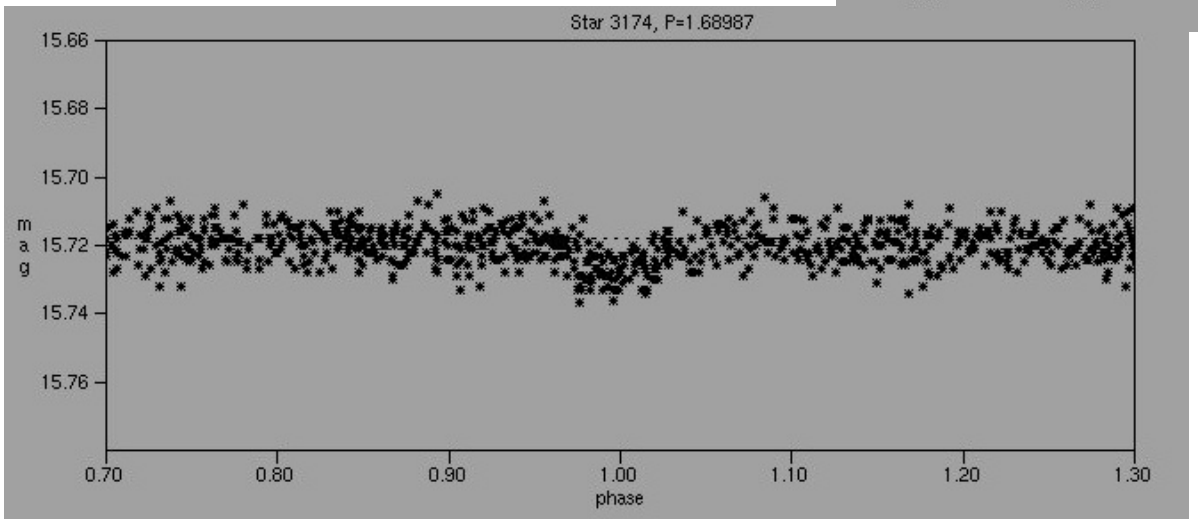
Planety Pozasłoneczne OGLE



OGLE-TR-56

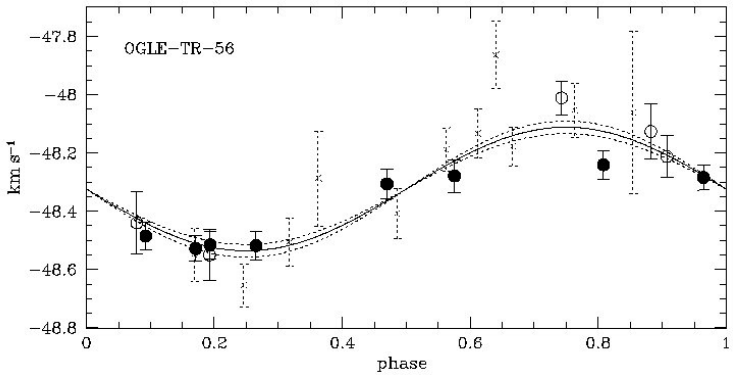


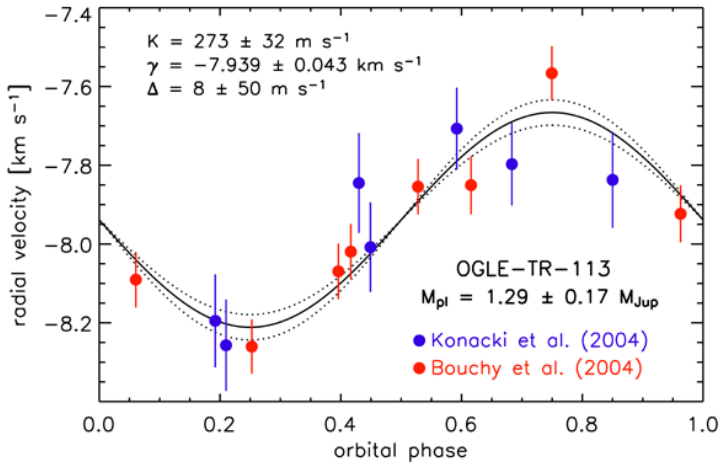
OGLE-TR-113



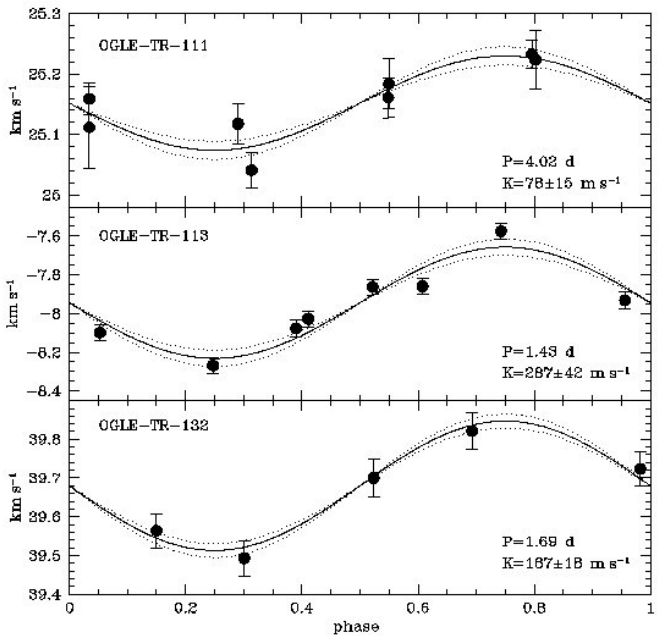
OGLE-TR-132

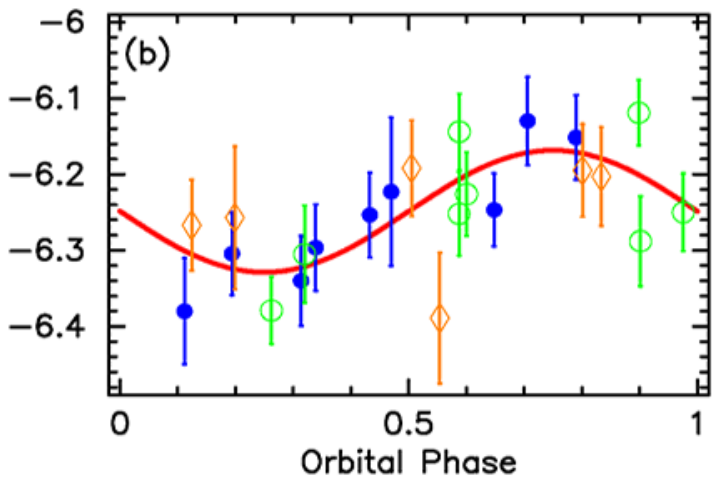
Potwierdzenia Spektroskopowe





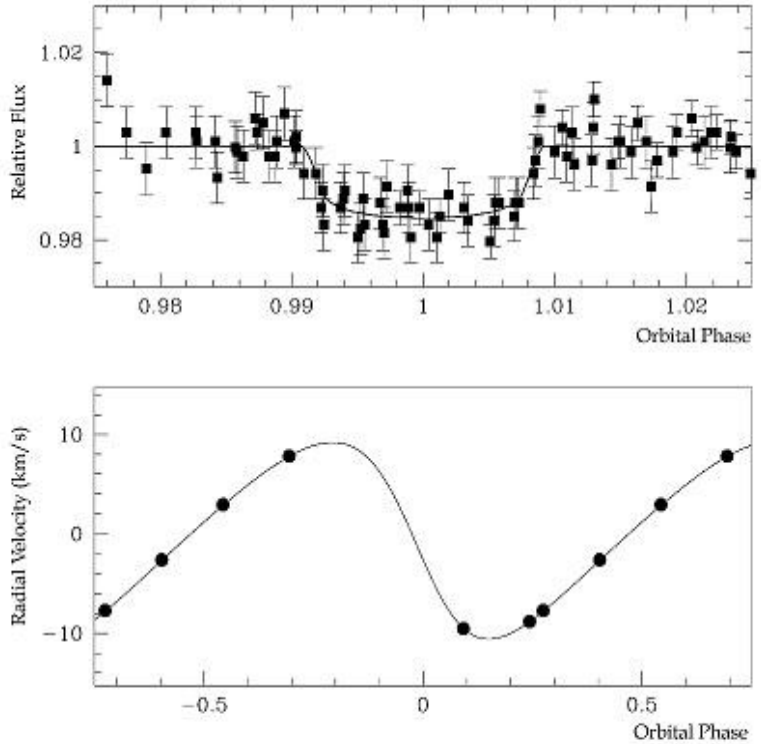
OGLE-TR-113





OGLE-TR-10

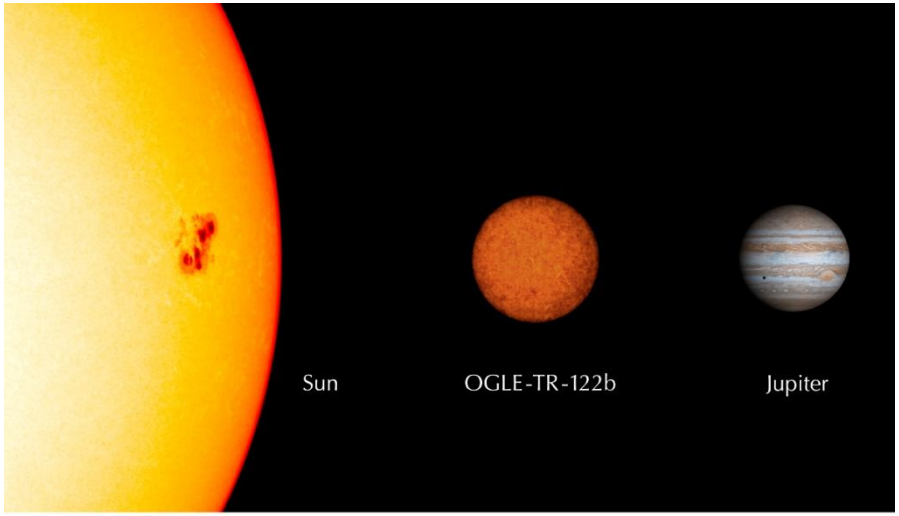
Najmniejsza/Najmniej Masywna Gwiazda OGLE-TR-122



Brightness Dip and Velocity Variations of OGLE-TR-122
(VLT + FLAMES and OGLE Survey)

ESO PR Photo 06a/05 (3 March 2005)

© European Southern Observatory

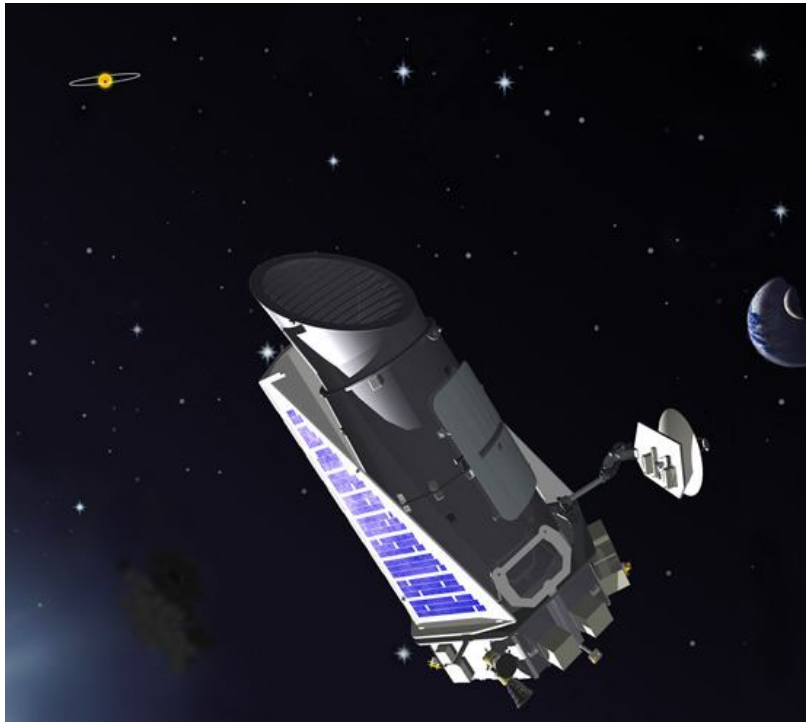


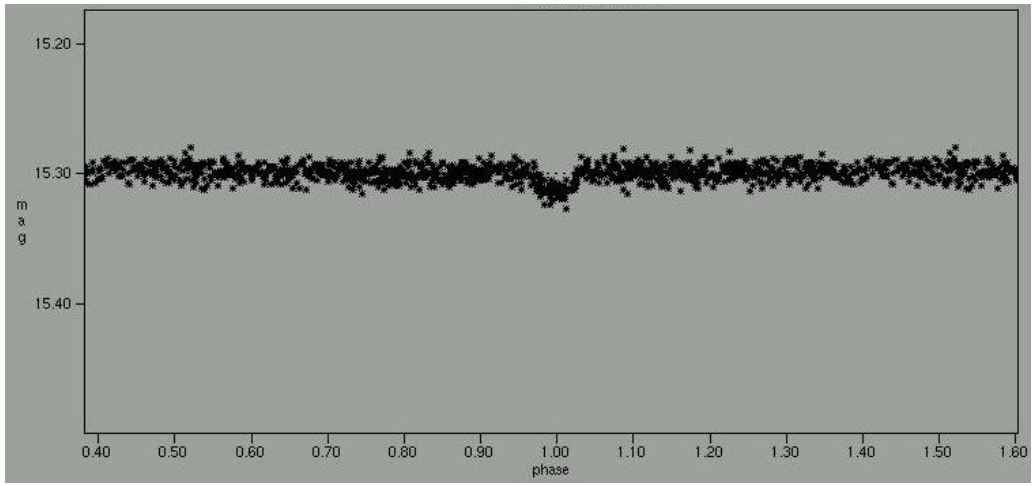
Comparison Between OGLE-TR-122b, Jupiter and the Sun

ESO PR Photo 06c/05 (3 March 2005)

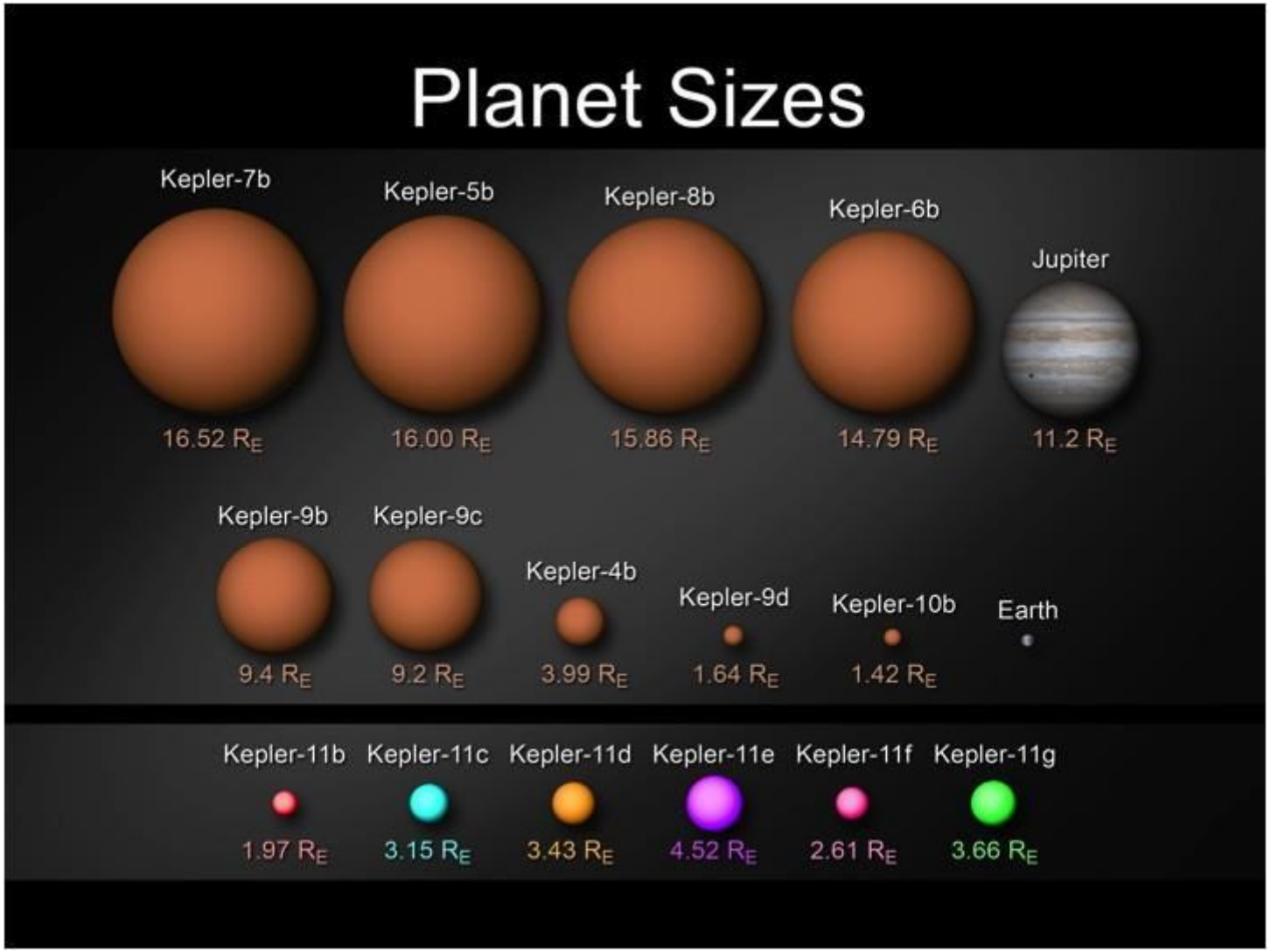
© European Southern Observatory

Obserwacje satelitarne – KEPLER

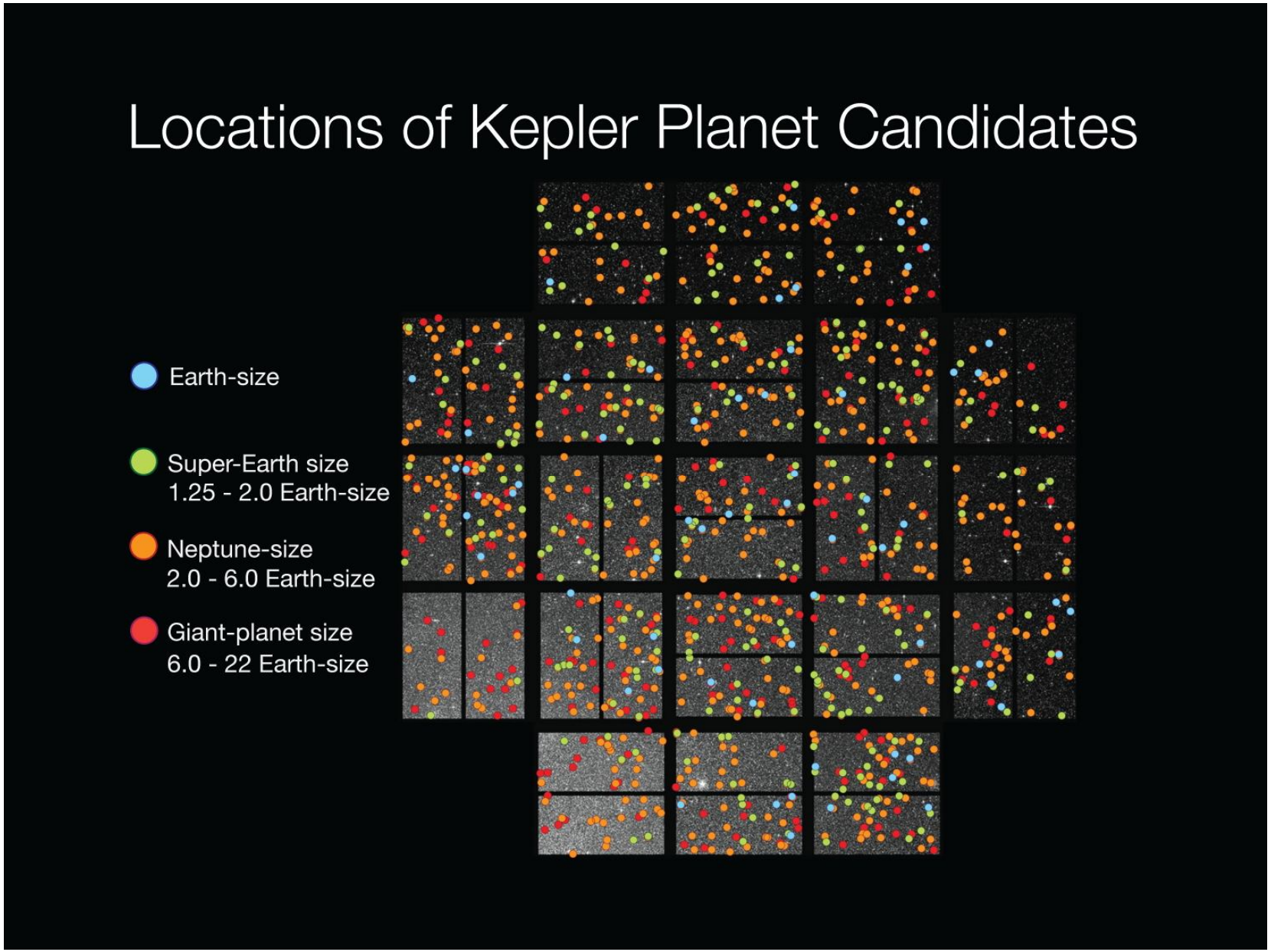




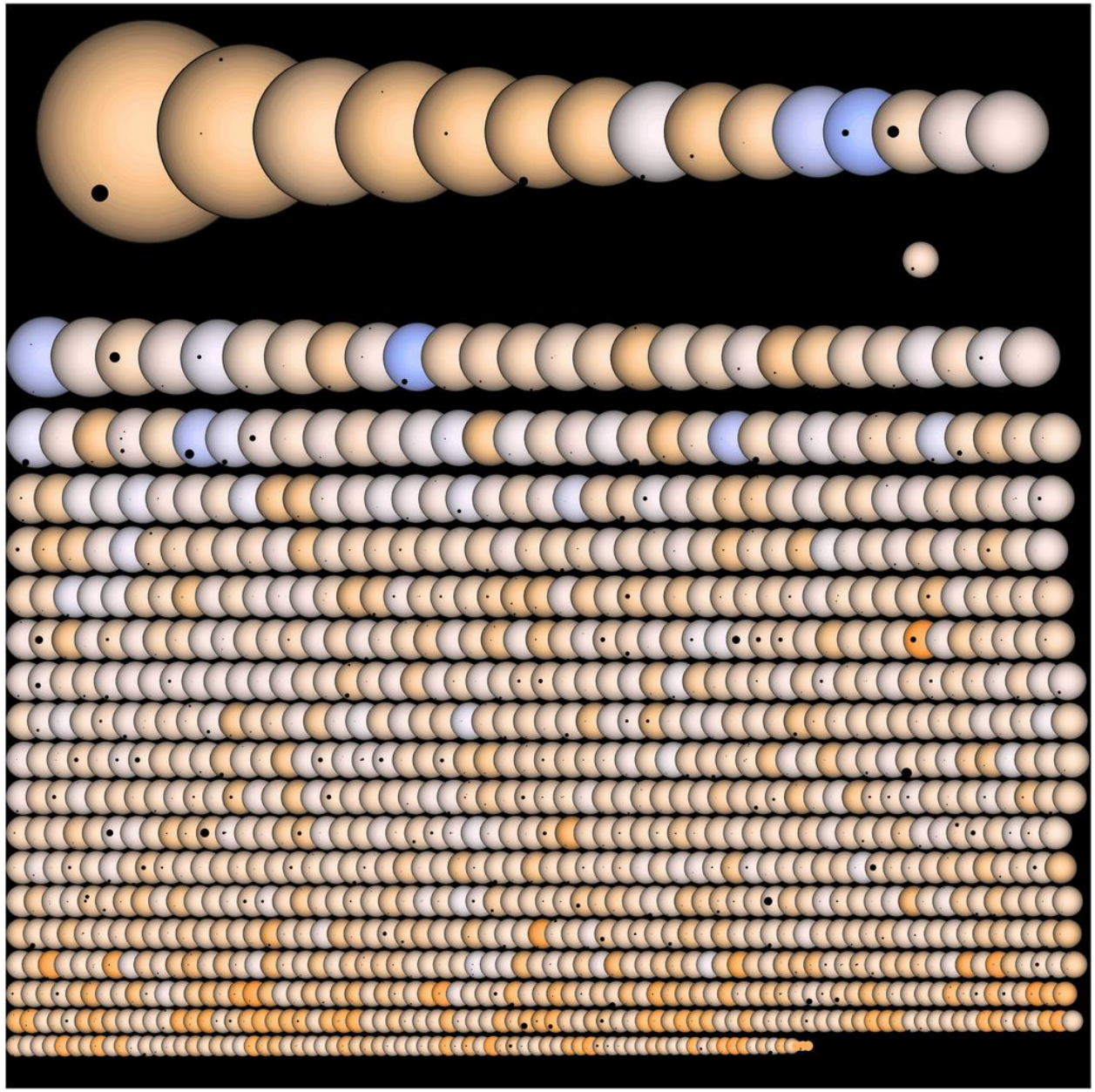
Planety z satelity KEPLER



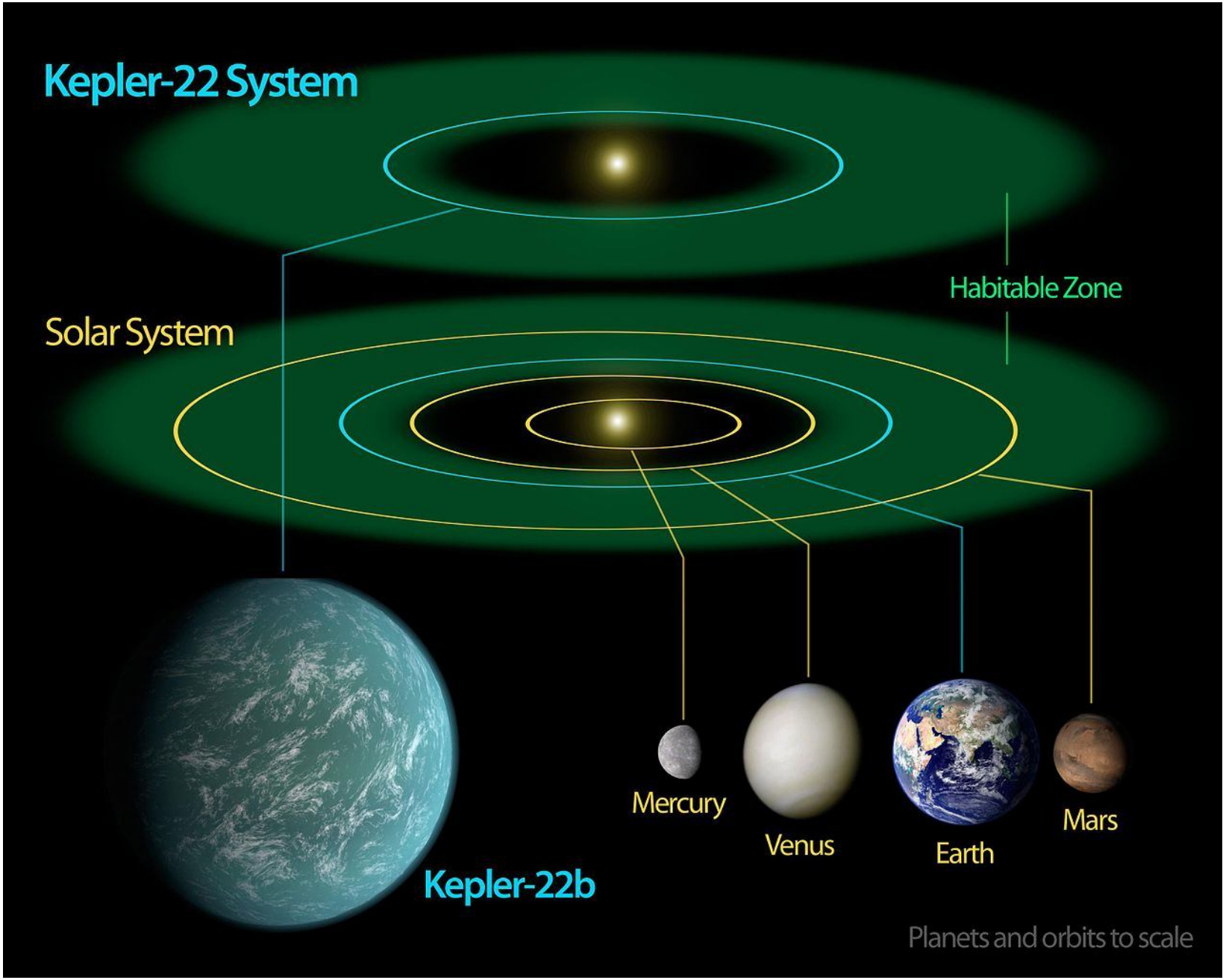
Planety z satelity KEPLER



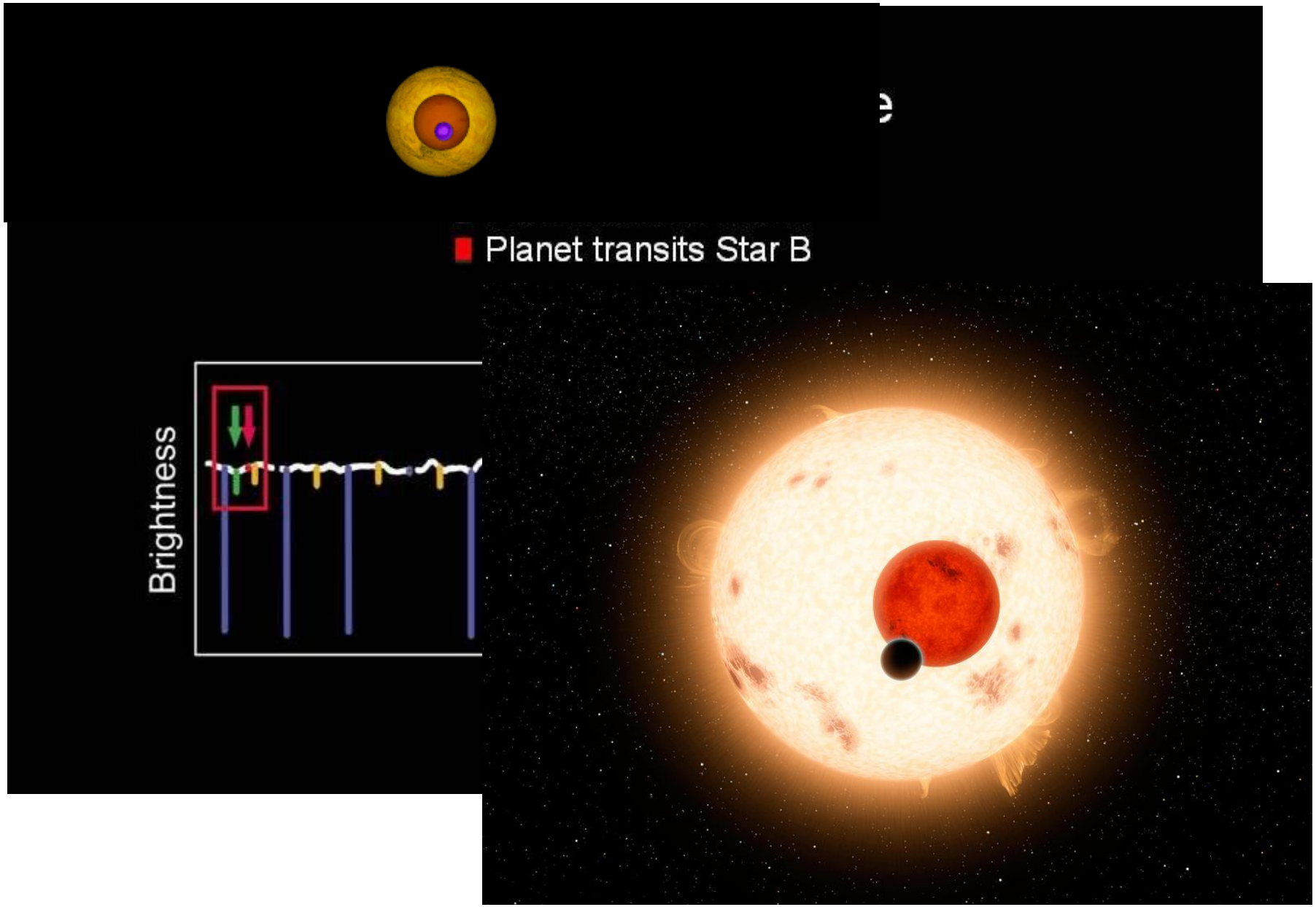
Planety z satelity KEPLER



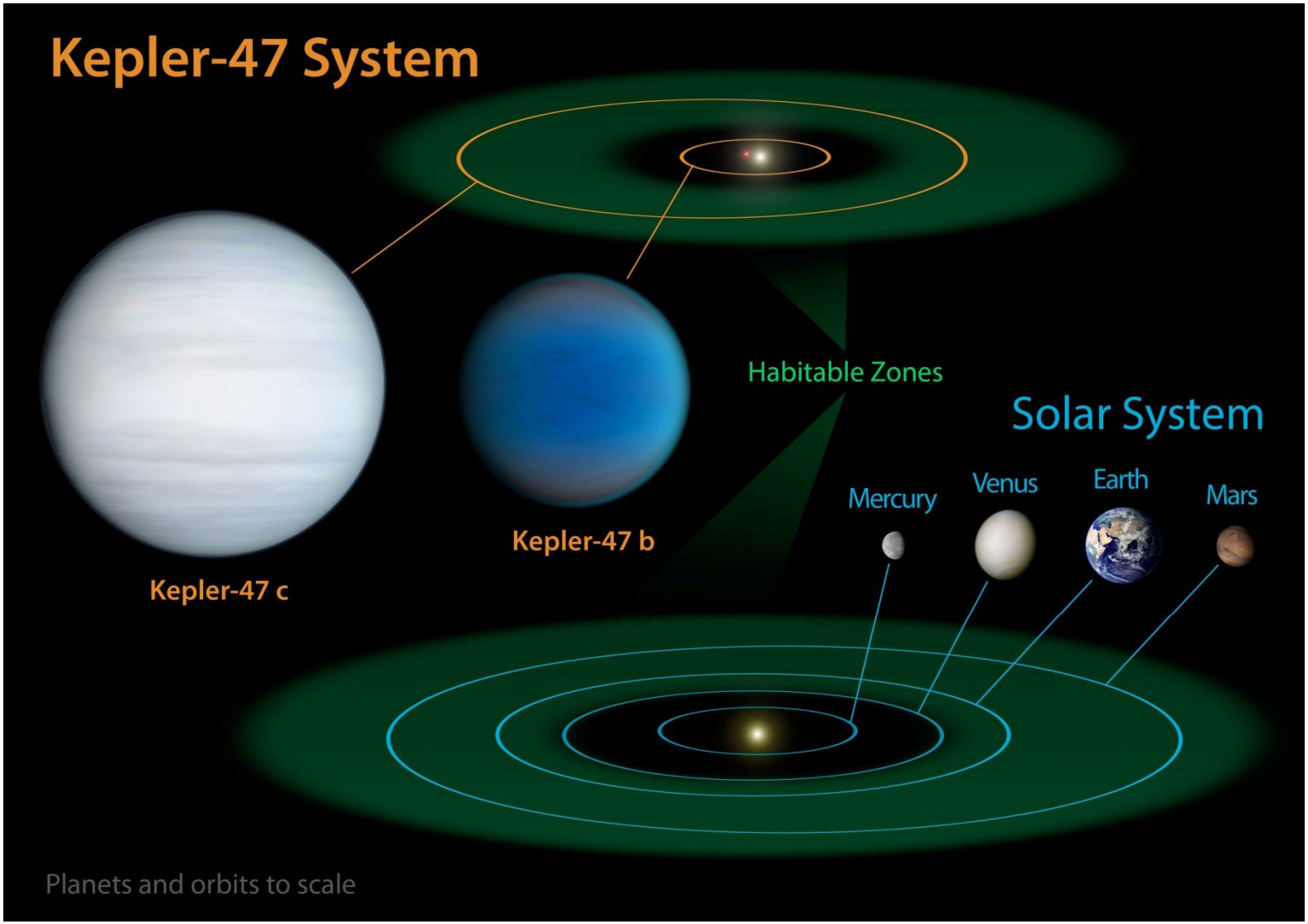
Planety z satelity KEPLER



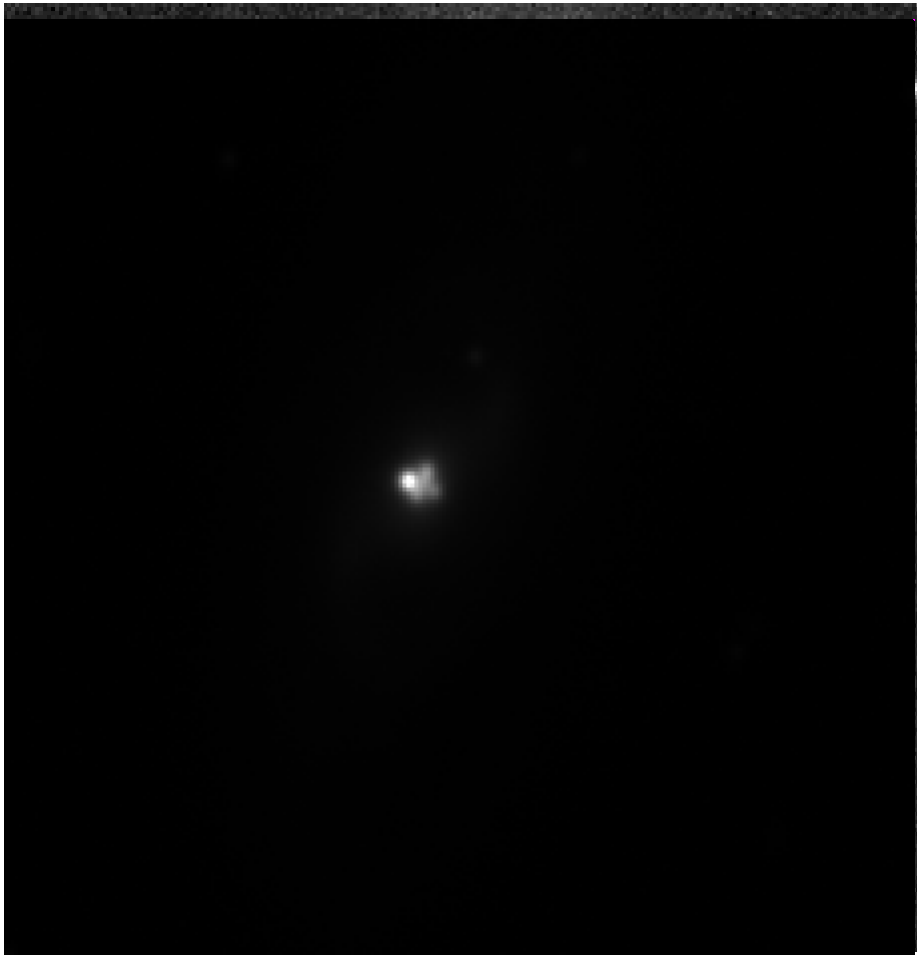
Planety z satelity KEPLER

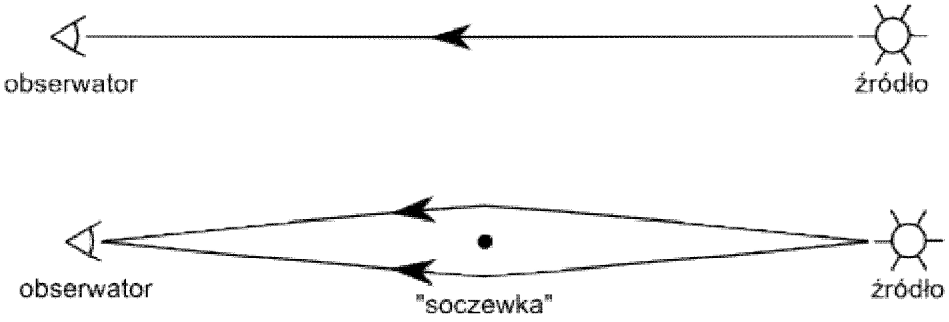


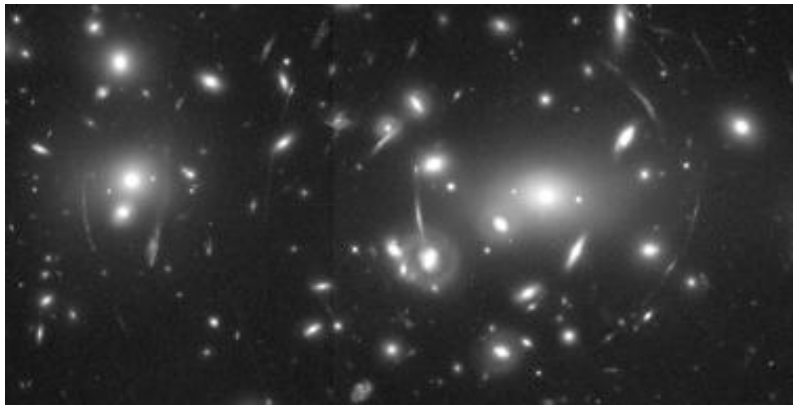
Planety z satelity KEPLER



Soczewkowanie Grawitacyjne

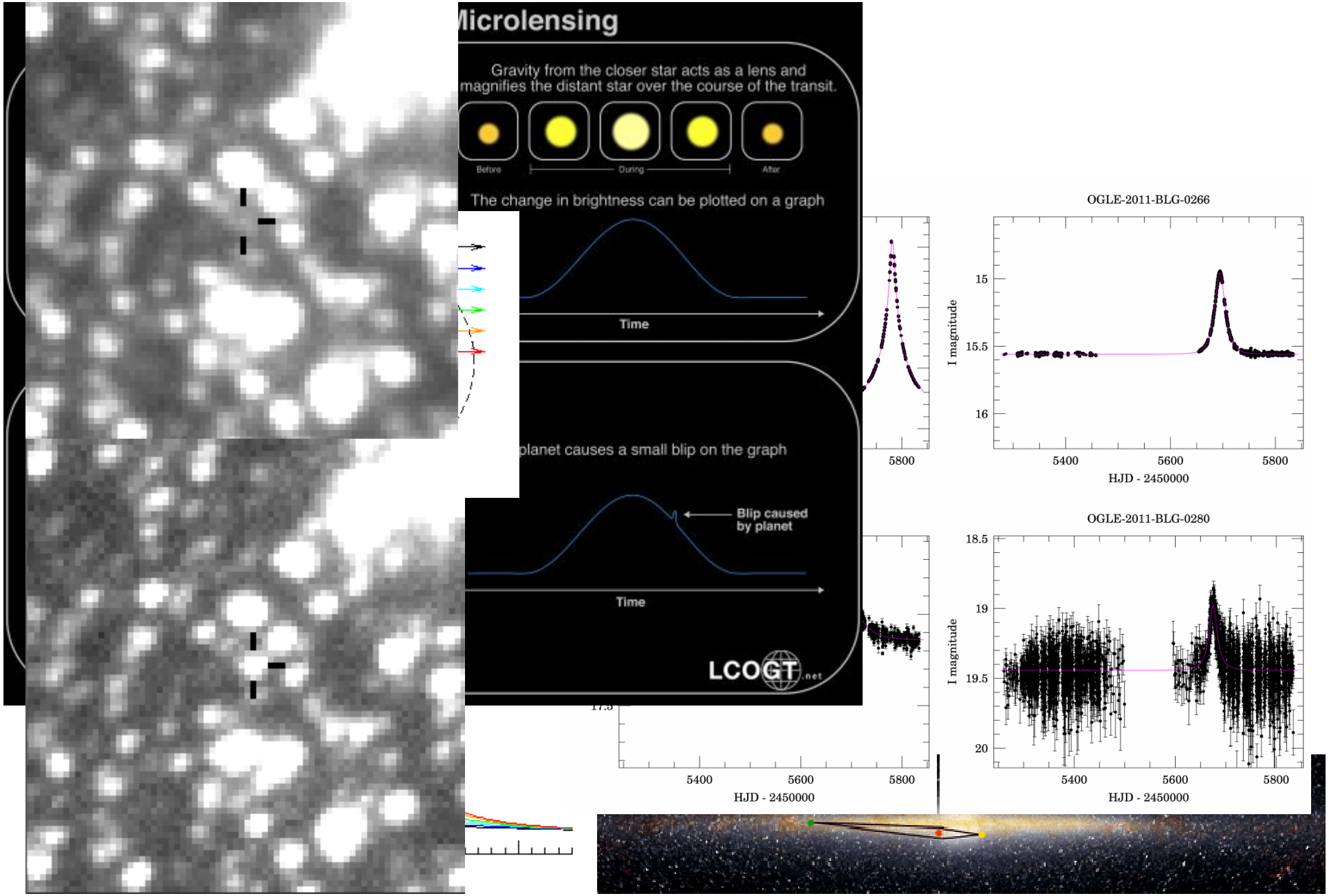


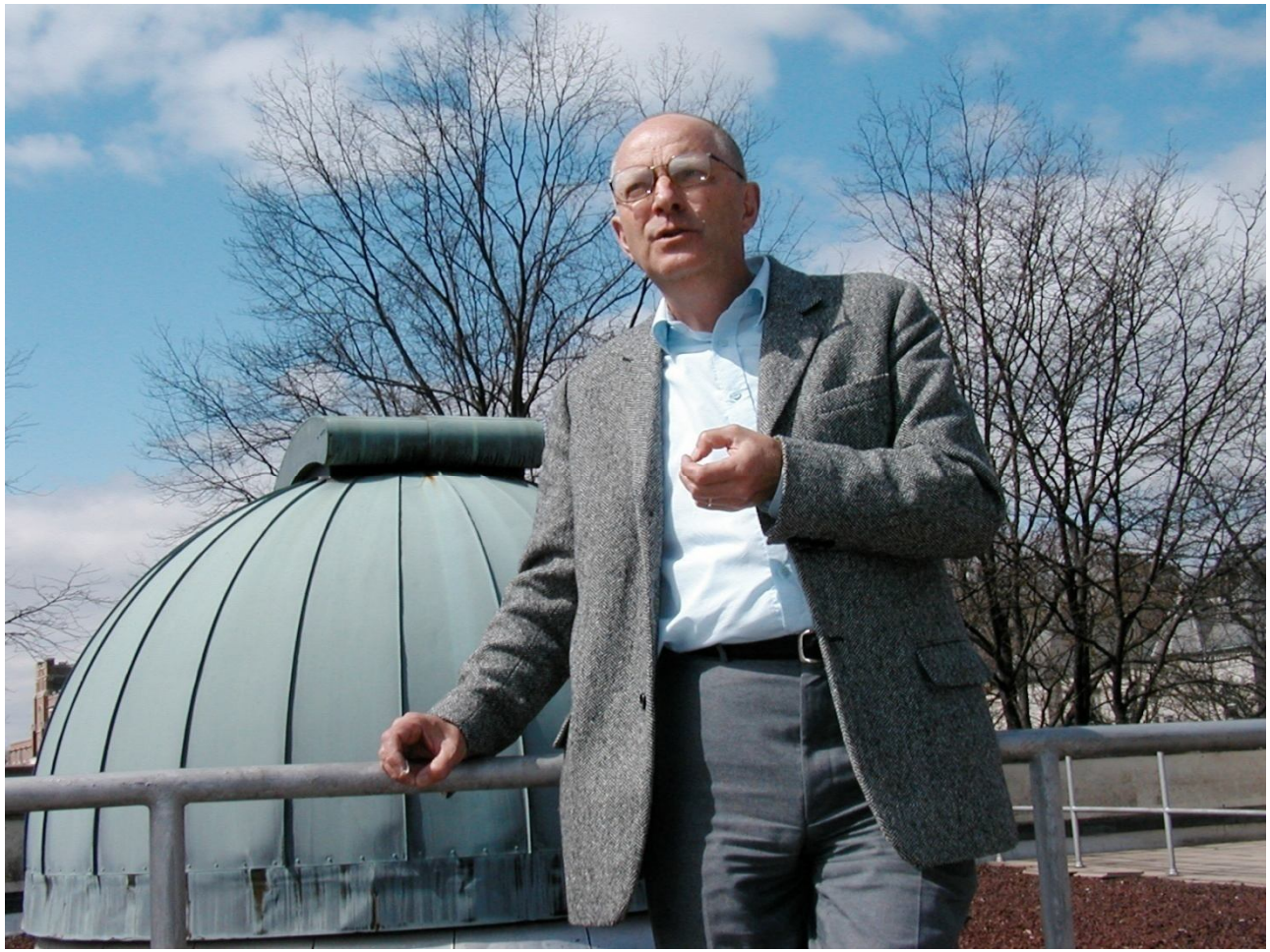




Odkrycie – 1979 r.

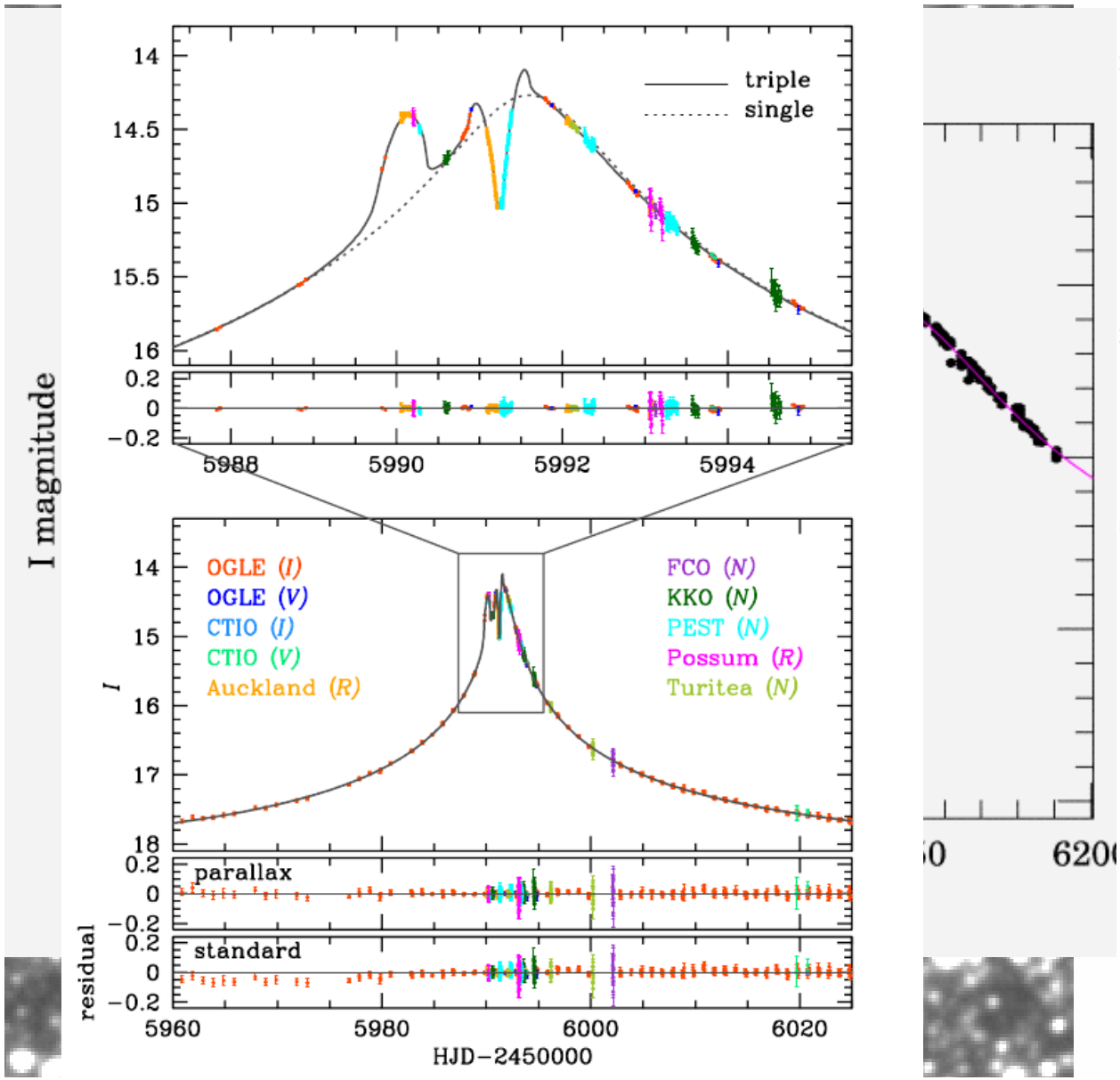
Mikrosoczewkowanie Grawitacyjne

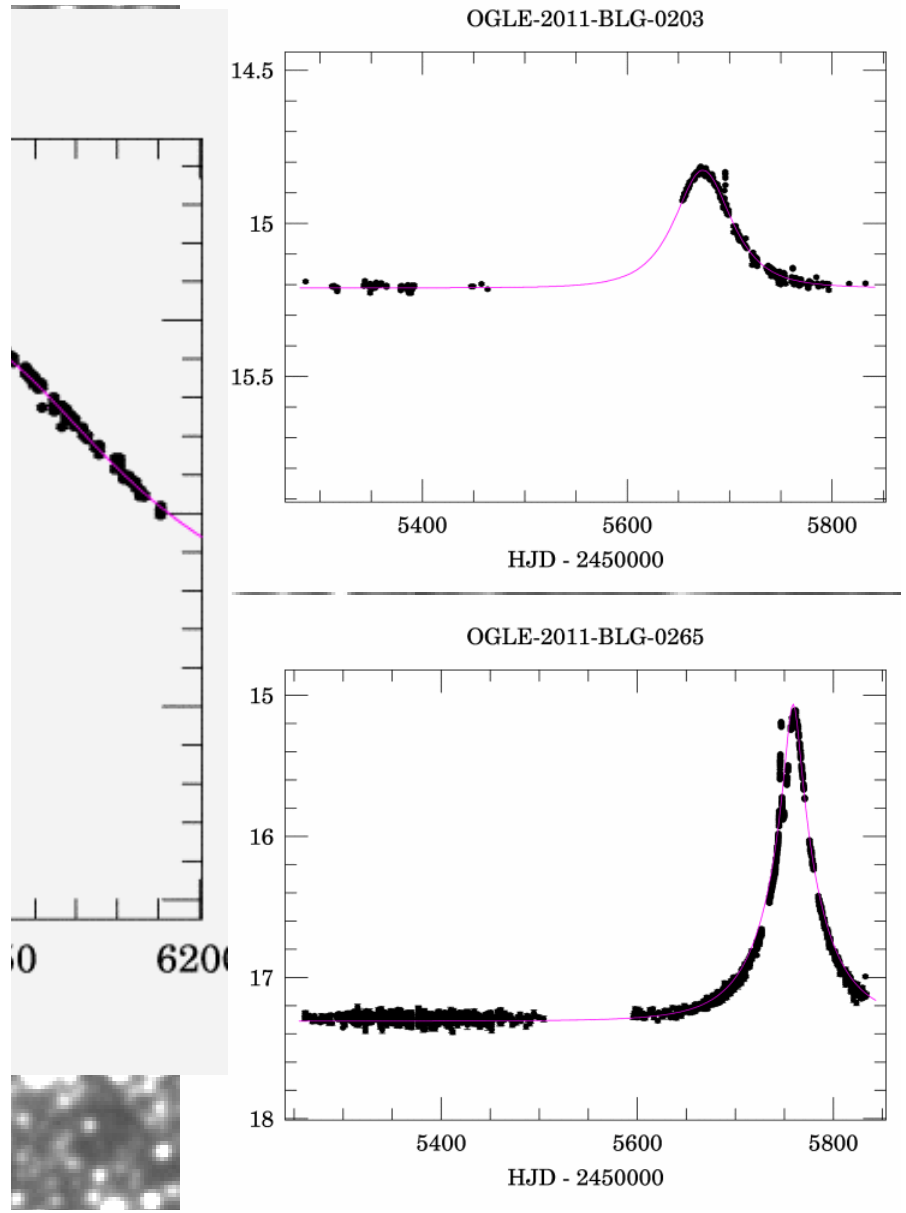




Bohdan Paczyński (1940—2007)

Mikrosoczewkowanie planetarne





Mikrosoczewkowanie Grawitacyjne – Podsumowanie

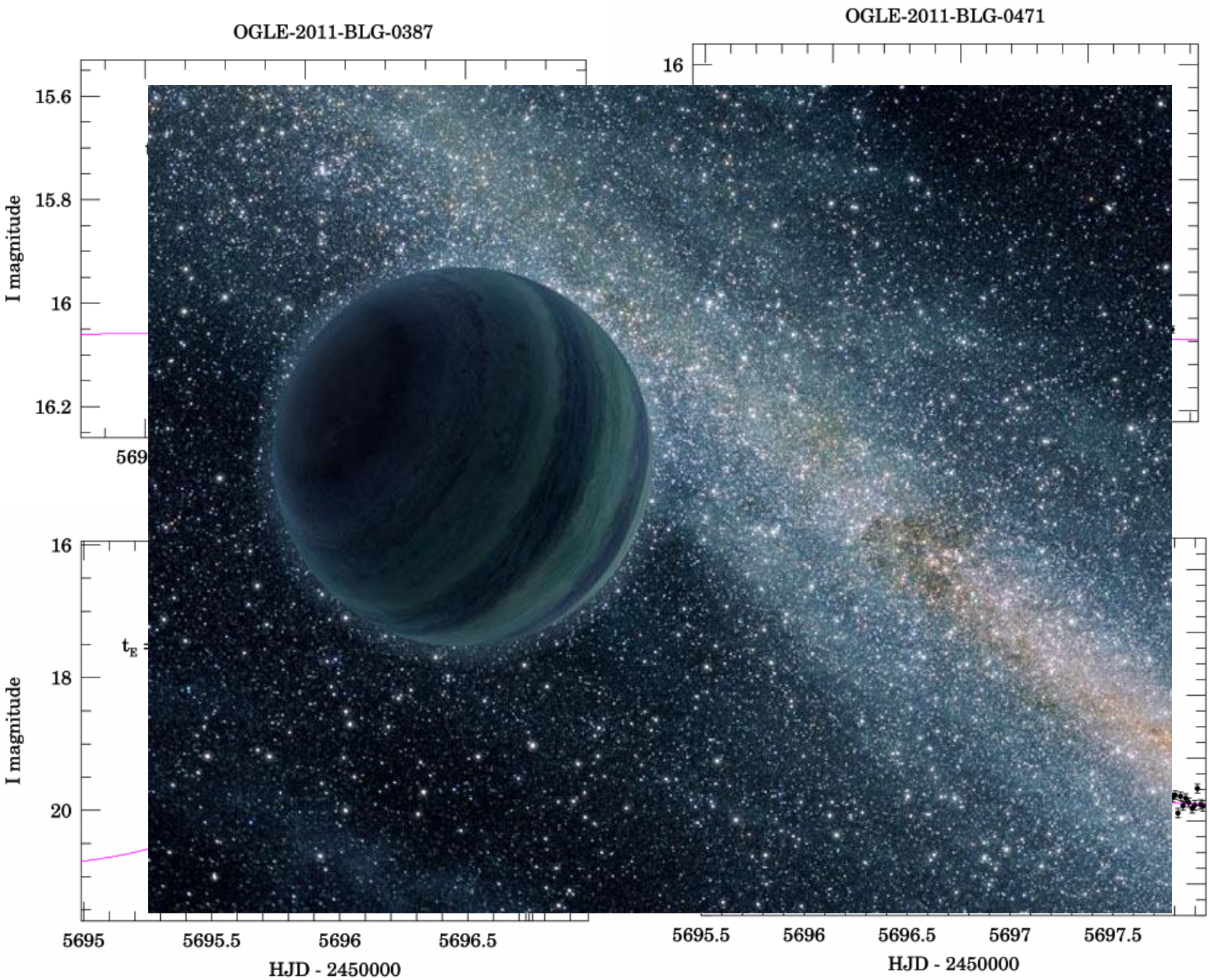
Metoda czuła na planety znajdujące się w odległościach 0.5—10 odległości Ziemia – Słońce.

Bardzo ważne rejony układów planetarnych, gdzie planety się formują, niedostępne dla innych metod

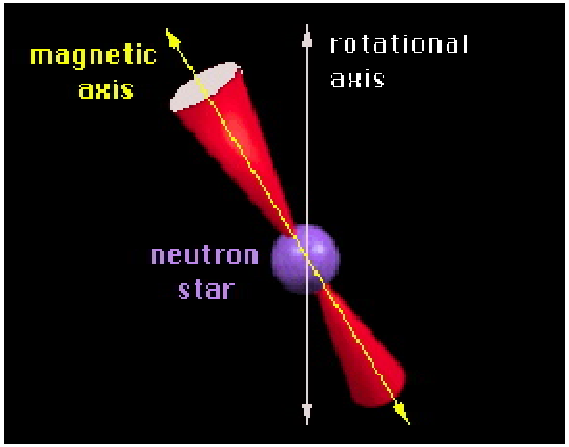
Metoda czuła na szeroki zakres mas planet – począwszy od masy Merkurego wzwyż

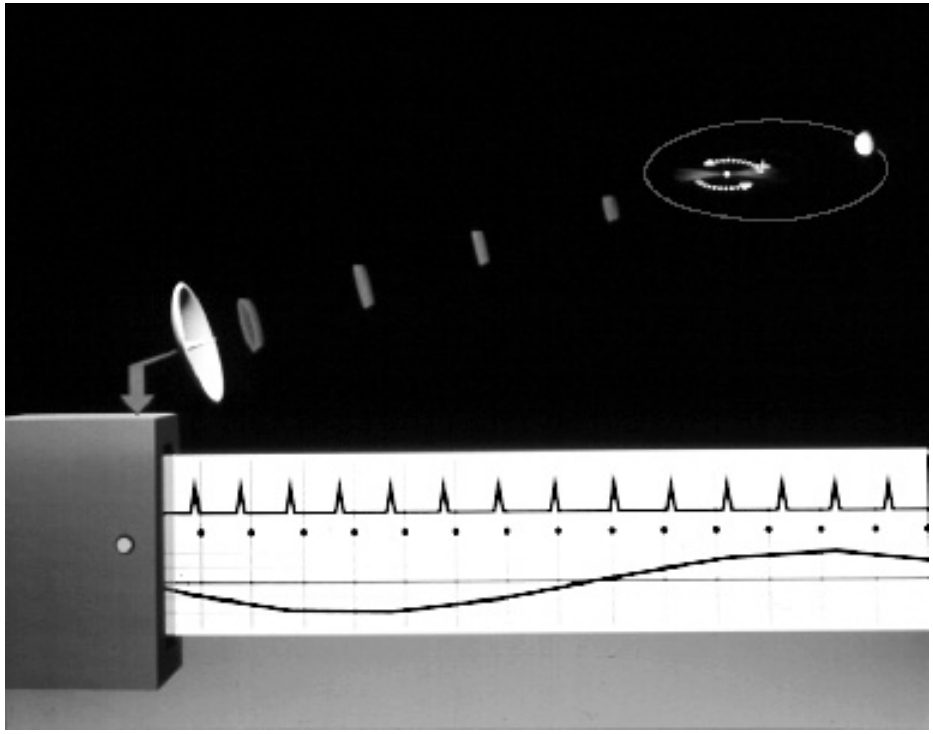
Aktualnie odkrywanych jest kilkanaście planet mikrosoczewkowych/sezon – najmniej masywna 3 M_E

Mikrosoczewkowe misje satelitarne – komplementarne projekty na misjach badających ciemną energię WFIRST, EUCLID

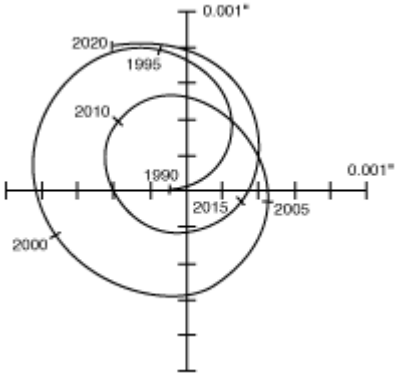

OGLE-2011-BLG-0387
OGLE-2011-BLG-0471
I magnitude
15.6
15.8
16
16.2
16
18
20
t_E =
5695
5695.5
5696
5696.5
5697
5697.5
HJD - 2450000

Opóźnienia Czasowe Impulsów: Pulsary

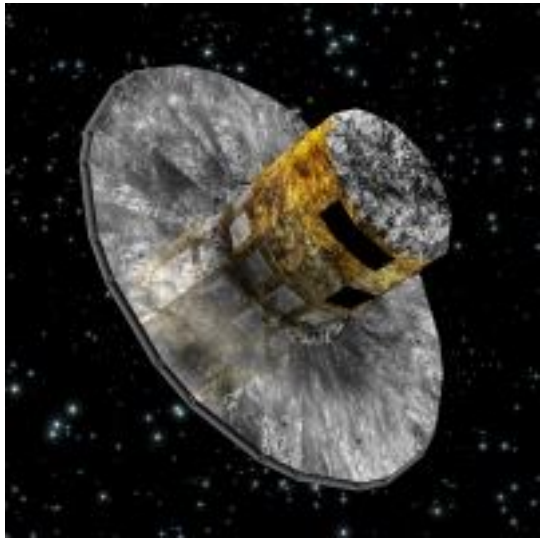




Astrometria



Ruch Słońca na niebie
z odległości 30 l. św.



Satelita astrometryczny GAIA

Podsumowanie

Druga – bliźniacza Ziemia coraz bliżej: Kepler odkrywa planety o rozmiarach rzędu Ziemi, metodami spektroskopowymi i mikrosoczewkowania odkrywane są super-Ziemie o masie kilku mas Ziemi

Pojedyncze przypadki obiektów w sferze życia

Pierwsze detekcje bezpośrednie planet pozasłonecznych

Podstawowe, pionierskie odkrycia za nami. Drugi, kolejny etap: intensywne badania częstości występowania planet: Kepler, metoda spektroskopowa do 1 AU, mikrosoczewkowanie od 1 AU do 10 AU