

La ricerca di exopianeti



<http://bcove.me/mgarx8sq>

Piano della presentazione

Piano della presentazione

- Domande

Piano della presentazione

- Domande
- Tecniche per scoprire pianeti extrasolari

Piano della presentazione

- Domande
- Tecniche per scoprire pianeti extrasolari
- Alcuni risultati interessanti

Piano della presentazione

- Domande
- Tecniche per scoprire pianeti extrasolari
- Alcuni risultati interessanti
- Possiamo andarci ?

Perché questa ricerca?

Perché questa ricerca?



Perché questa ricerca?

- Domande fondamentali sulla **vita** nell'universo

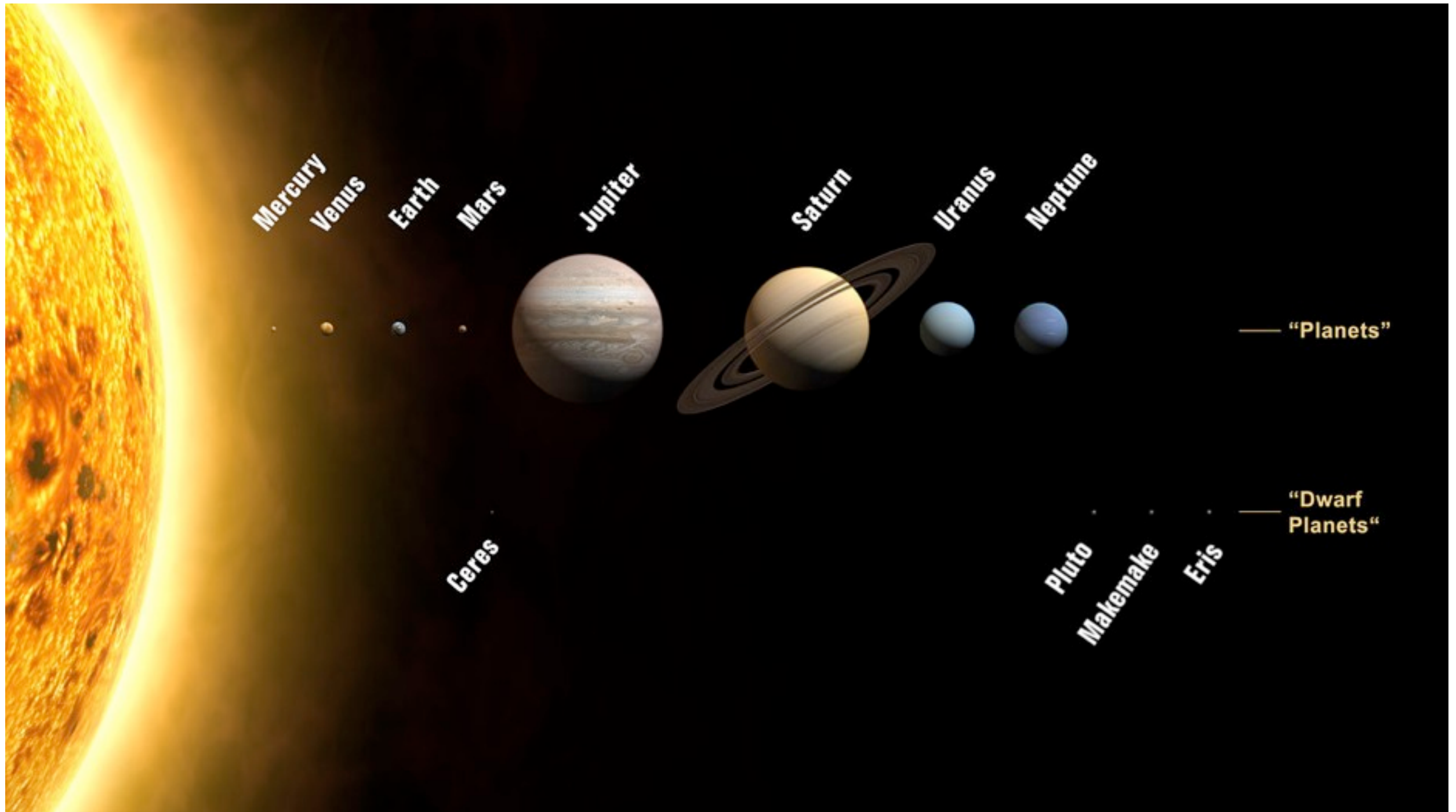


Perché questa ricerca?

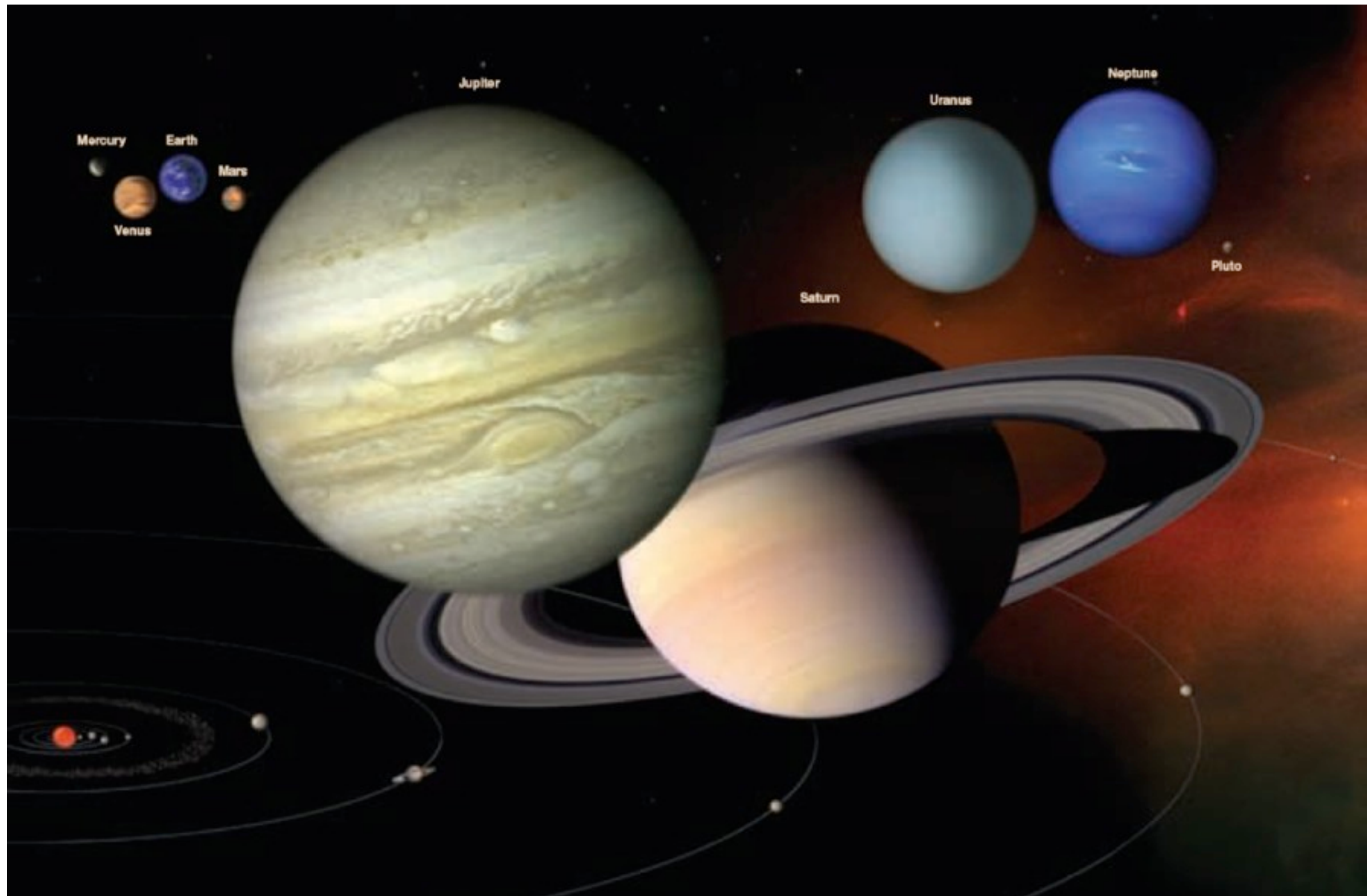
- Domande fondamentali sulla **vita** nell'universo
- Migliora la comprensione del **nostro** sistema solare e delle nostre **origini**



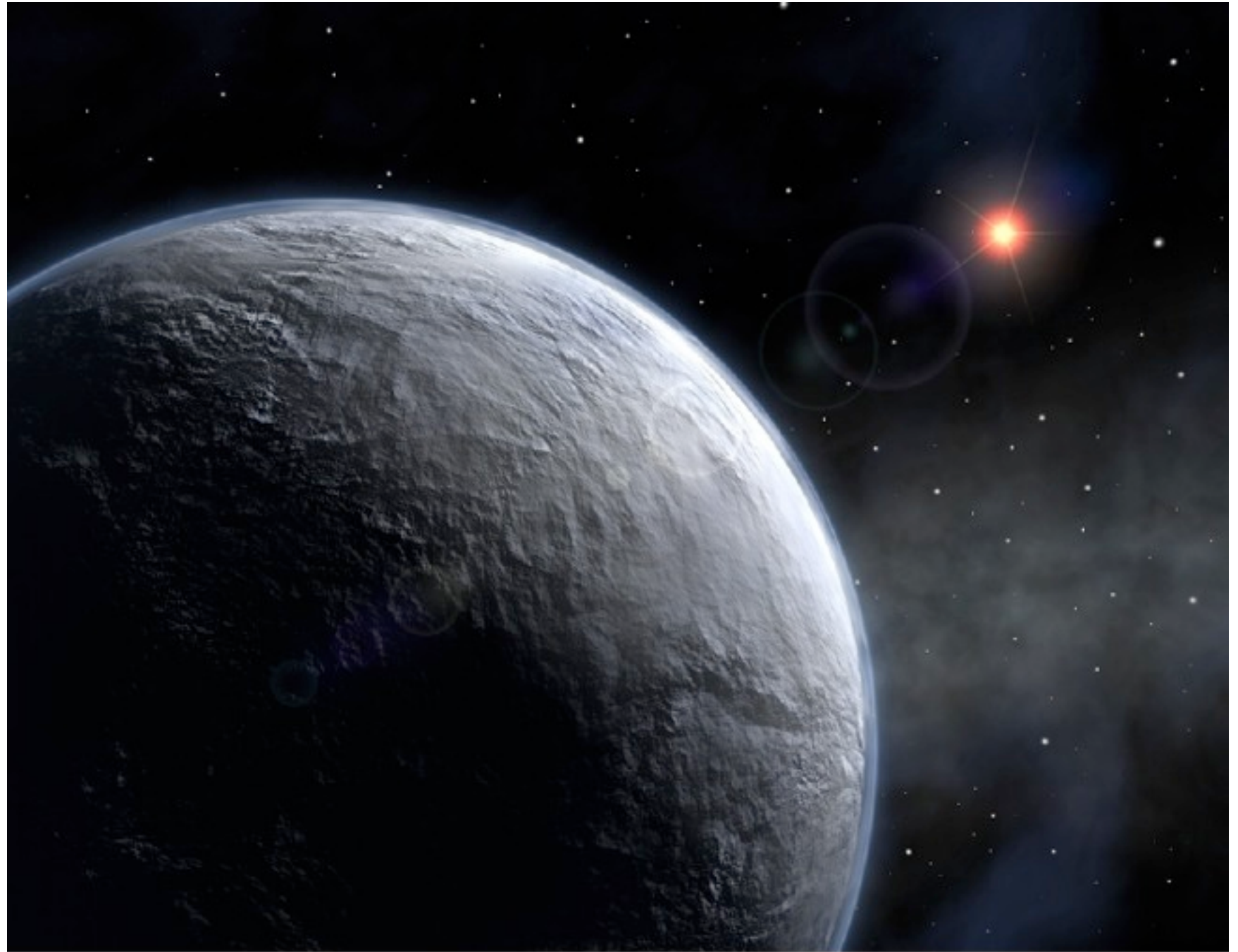
Il nostro sistema solare



Il nostro sistema solare



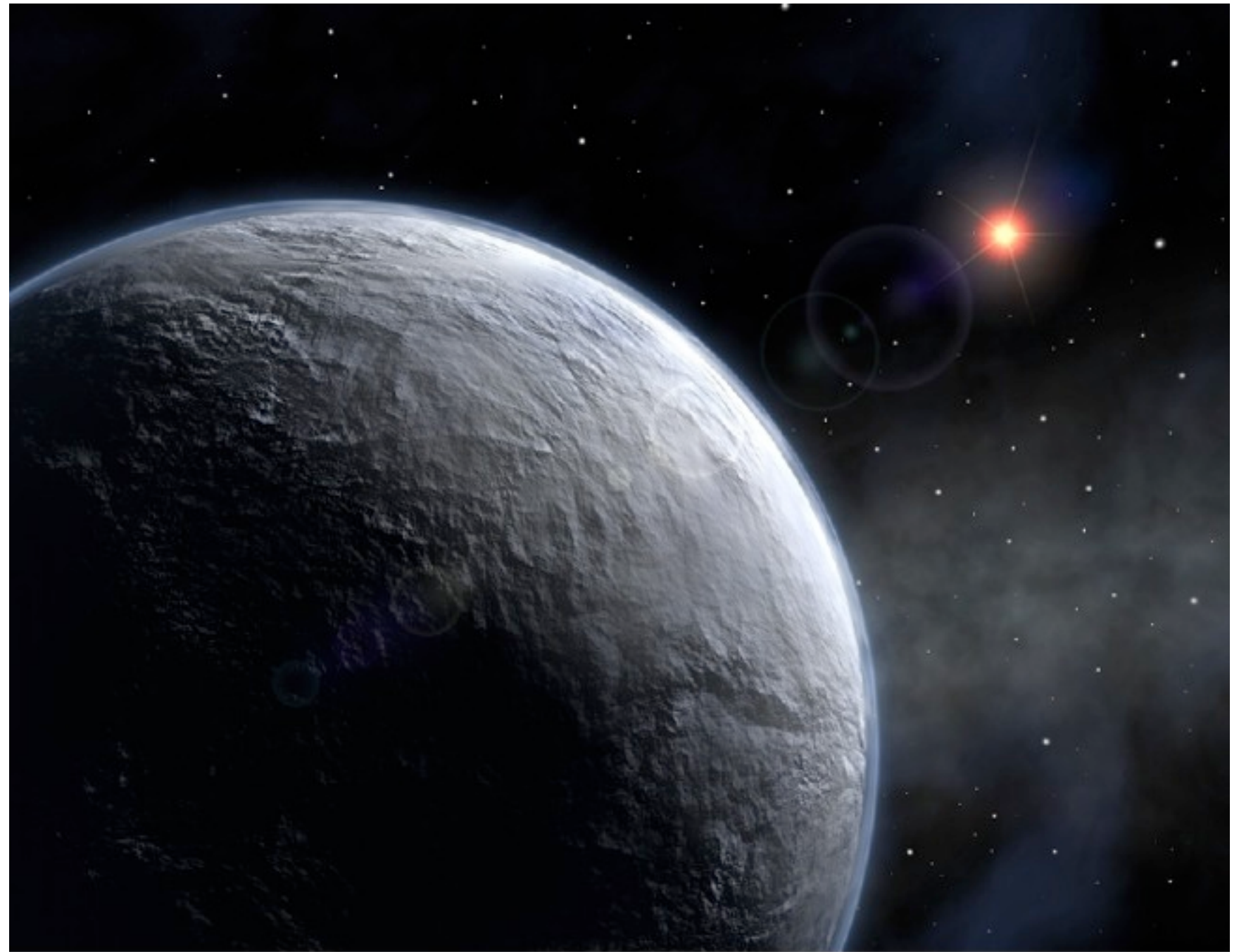
Difficoltà



Five Earth Masses Icy Extrasolar Planet
(Artist's Impression)

Difficoltà

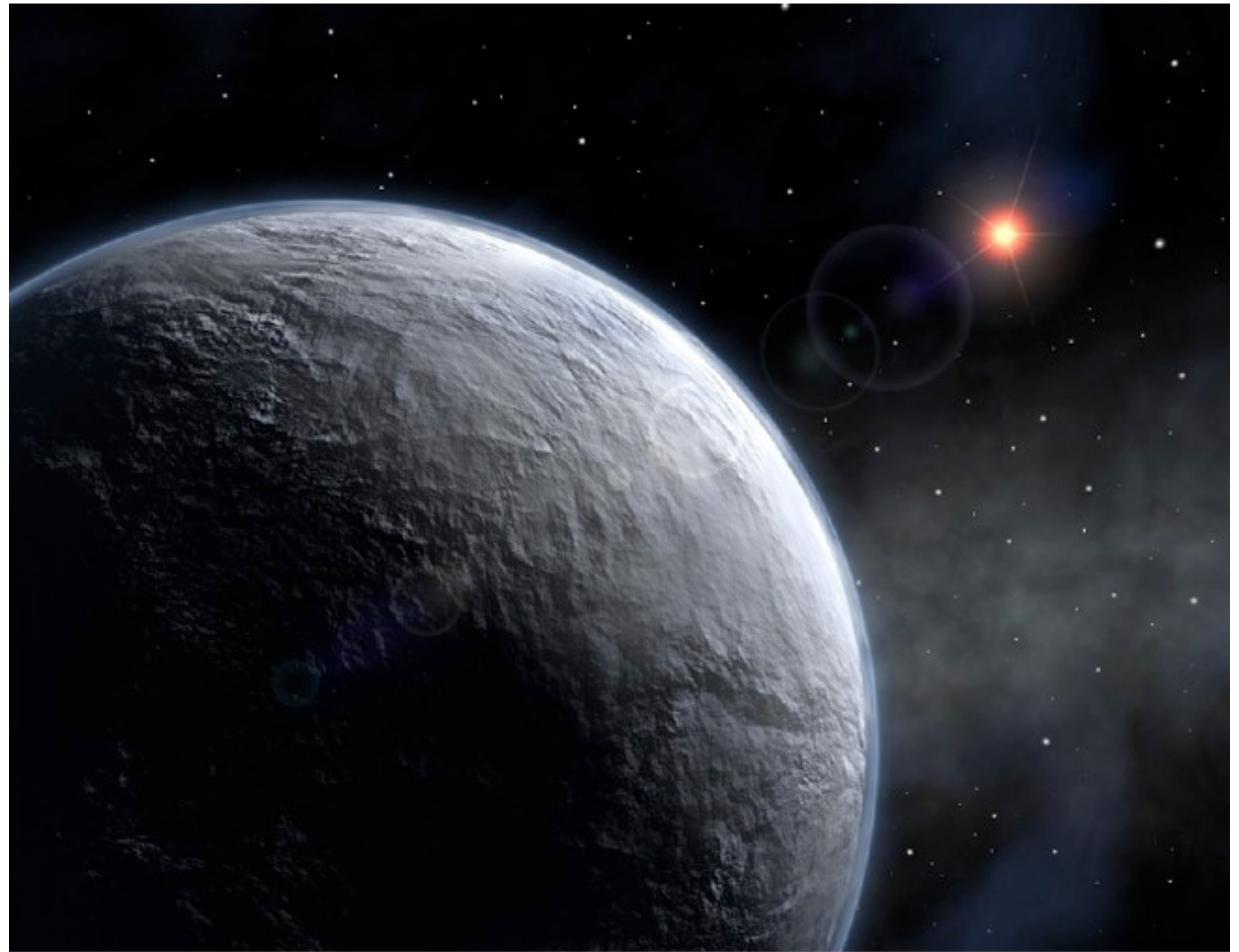
- Un pianeta non emette luce.



Five Earth Masses Icy Extrasolar Planet
(Artist's Impression)

Difficoltà

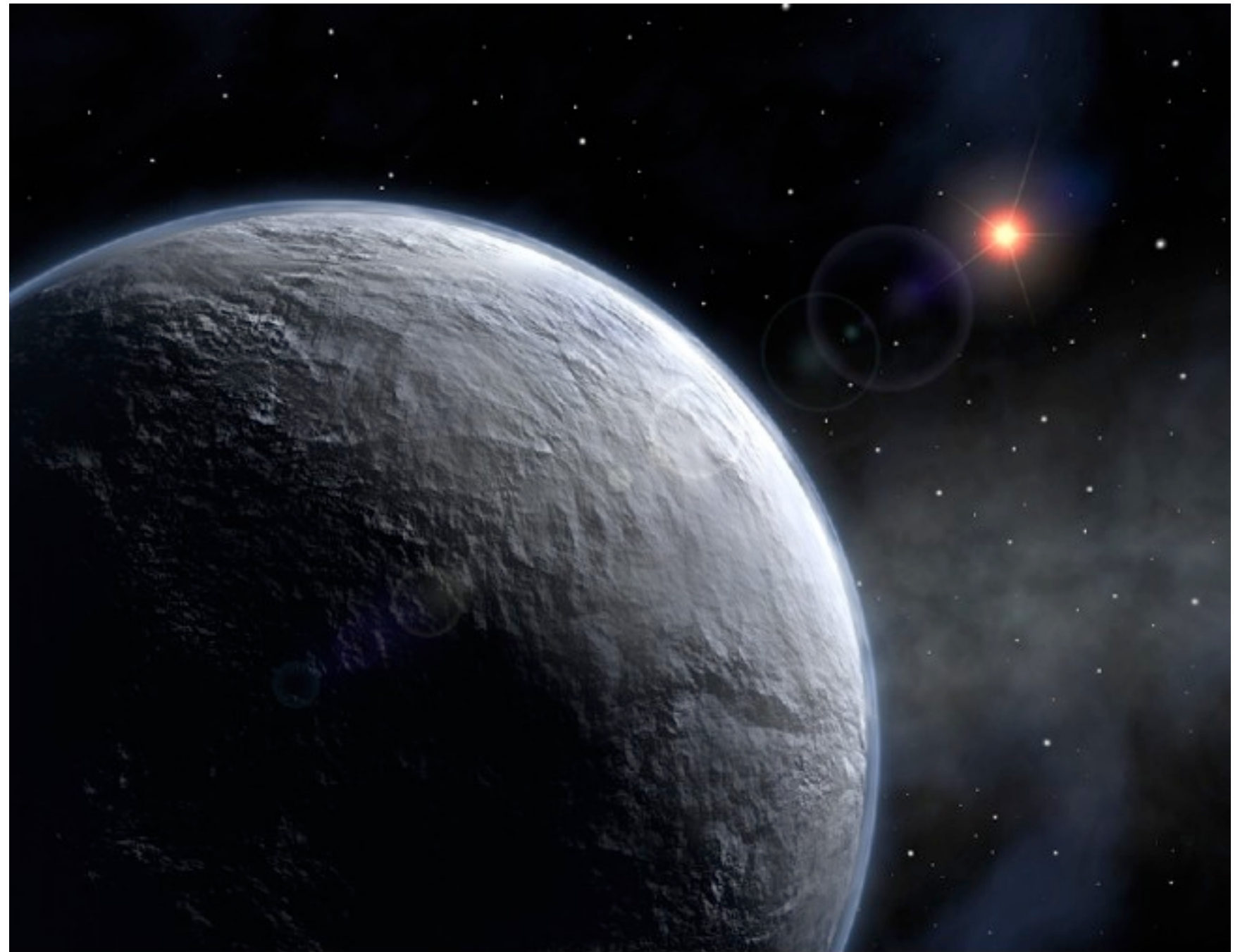
- Un pianeta non emette luce.
- Problema del contrasto con la stella.



Five Earth Masses Icy Extrasolar Planet
(Artist's Impression)

Difficoltà

- Un pianeta non emette luce.
- Problema del contrasto con la stella.
- Problema della separazione angolare pianeta-stella.



Five Earth Masses Icy Extrasolar Planet
(Artist's Impression)

Metodo delle velocità radiali

Effetto Doppler

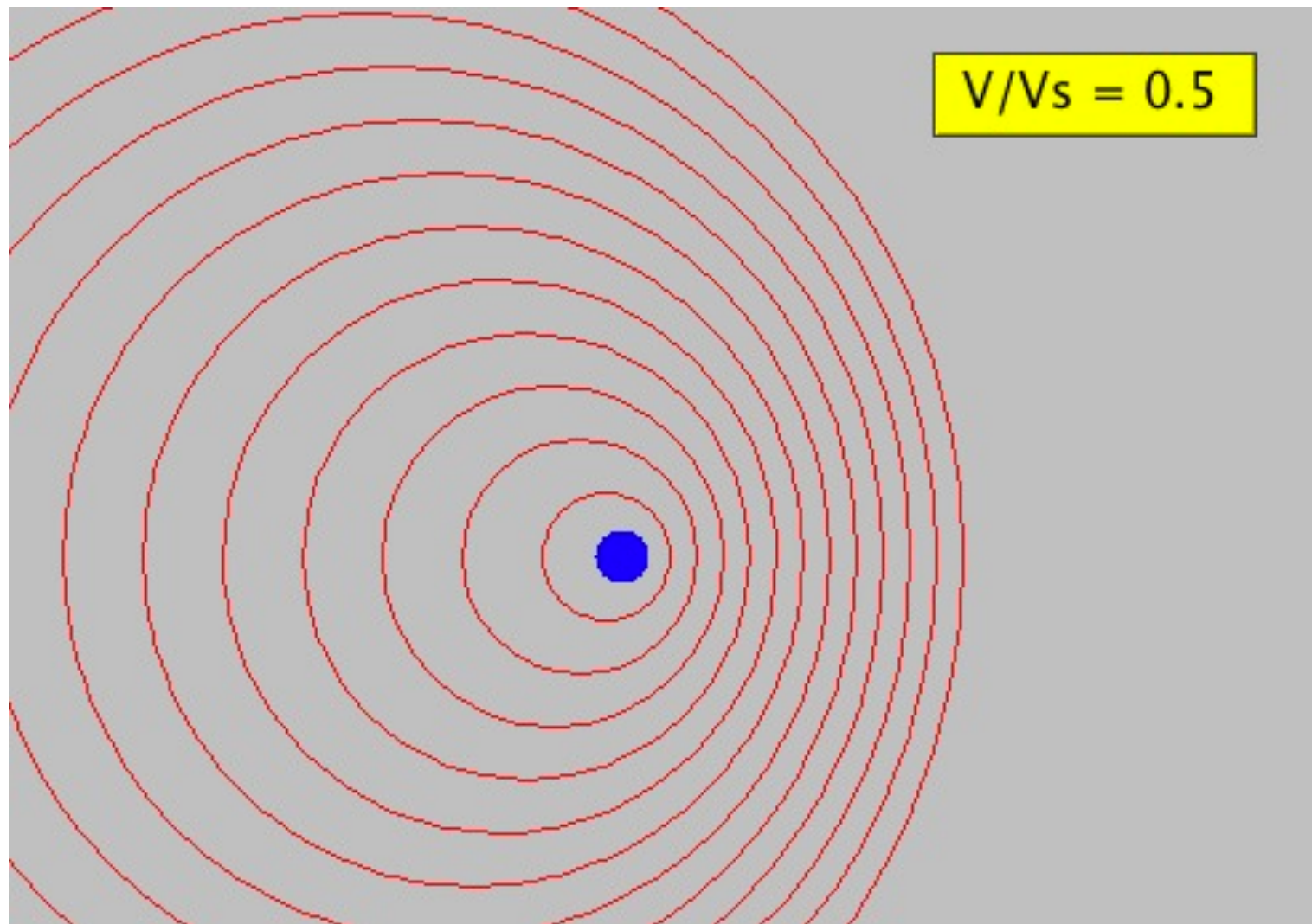
Metodo delle velocità radiali

Effetto Doppler

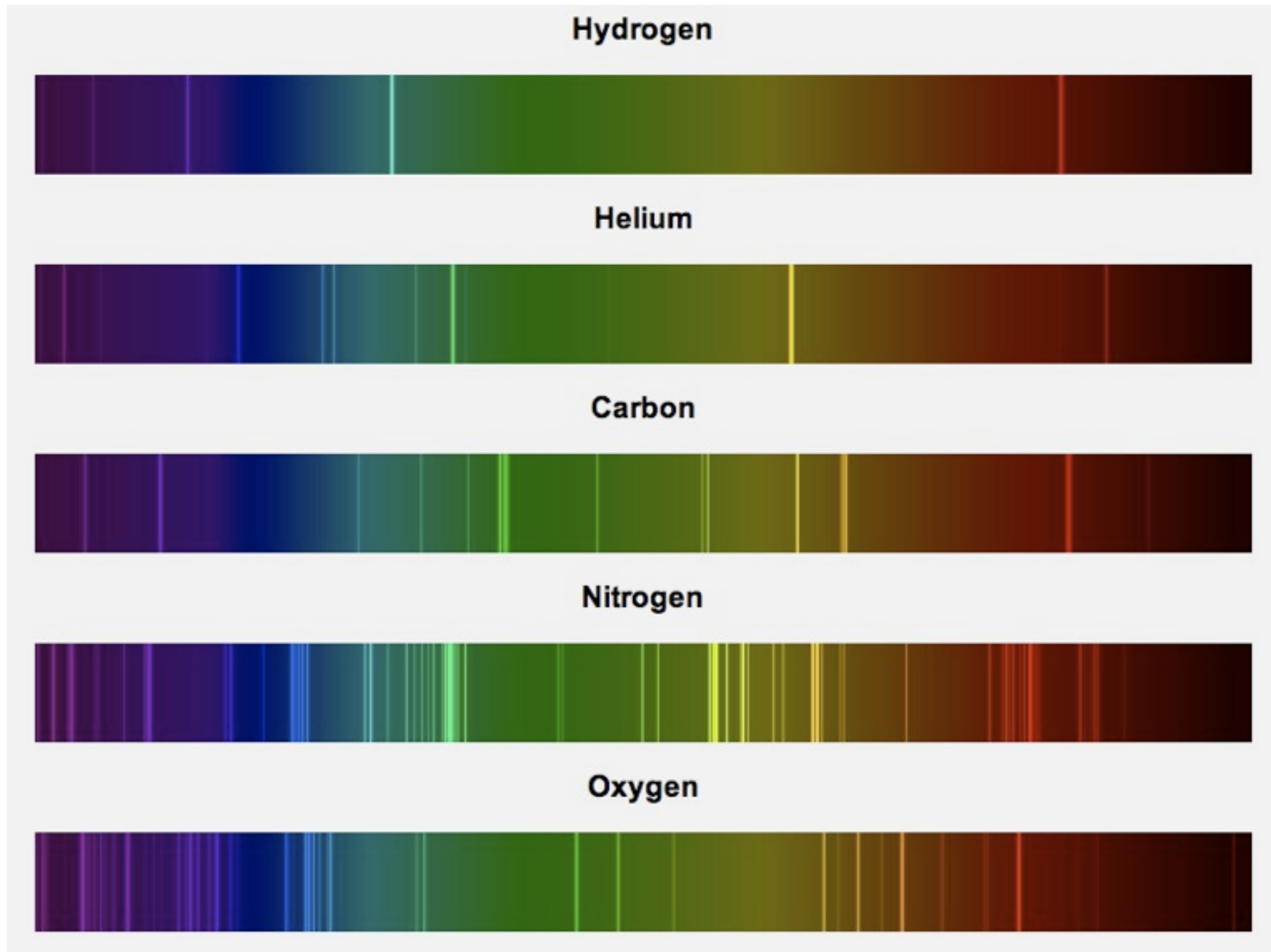


Metodo delle velocità radiali

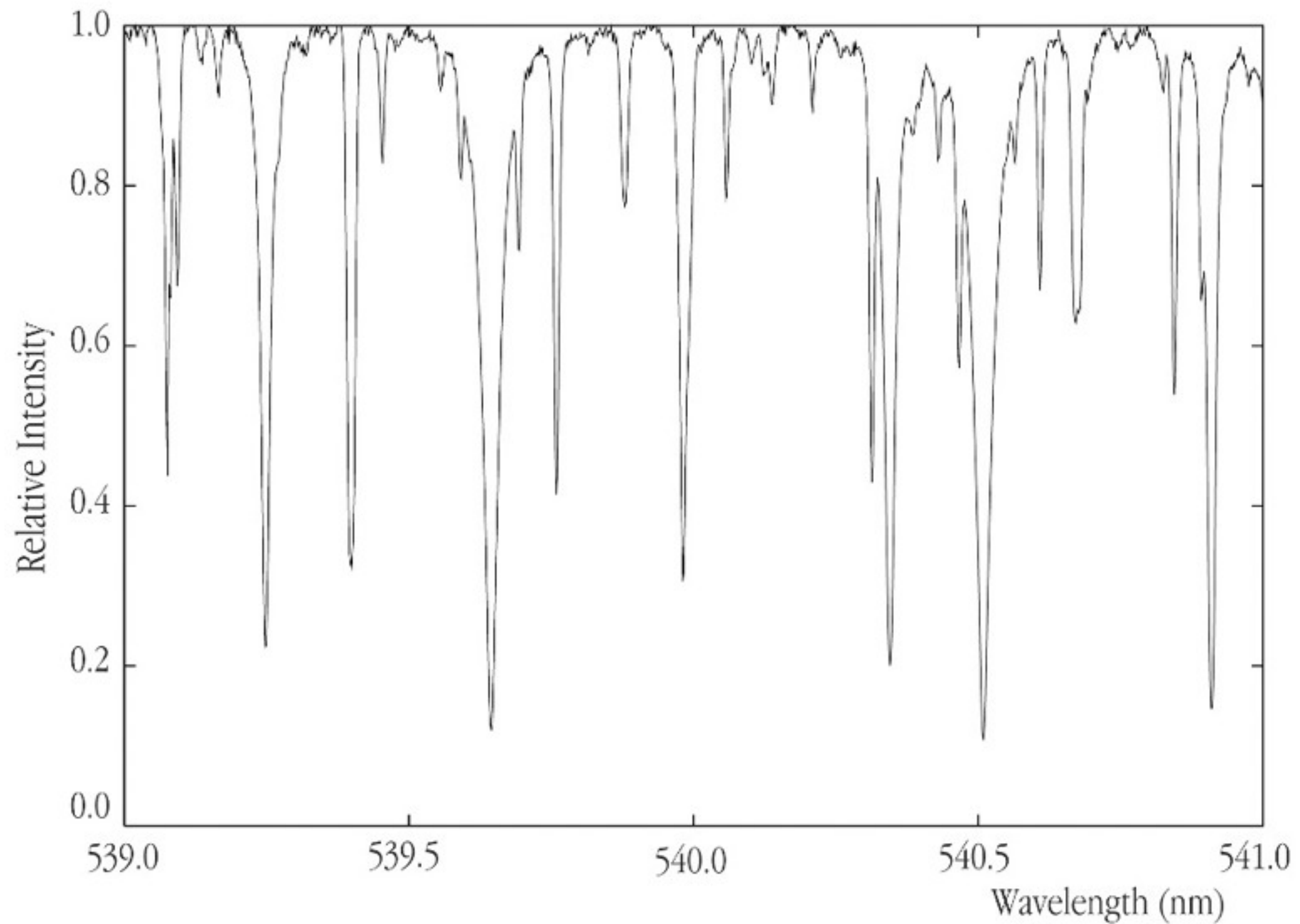
Effetto Doppler



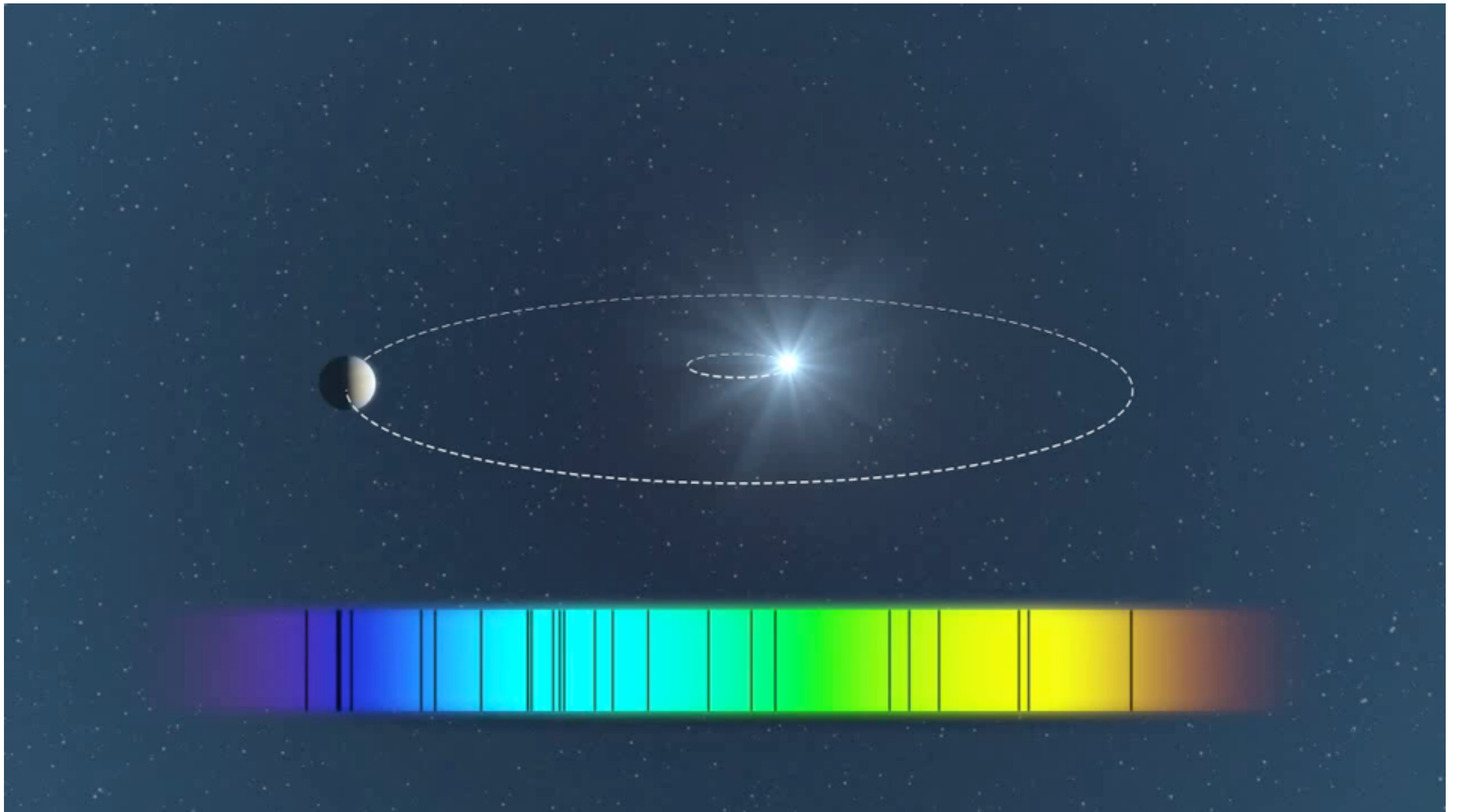
Metodo delle velocità radiali



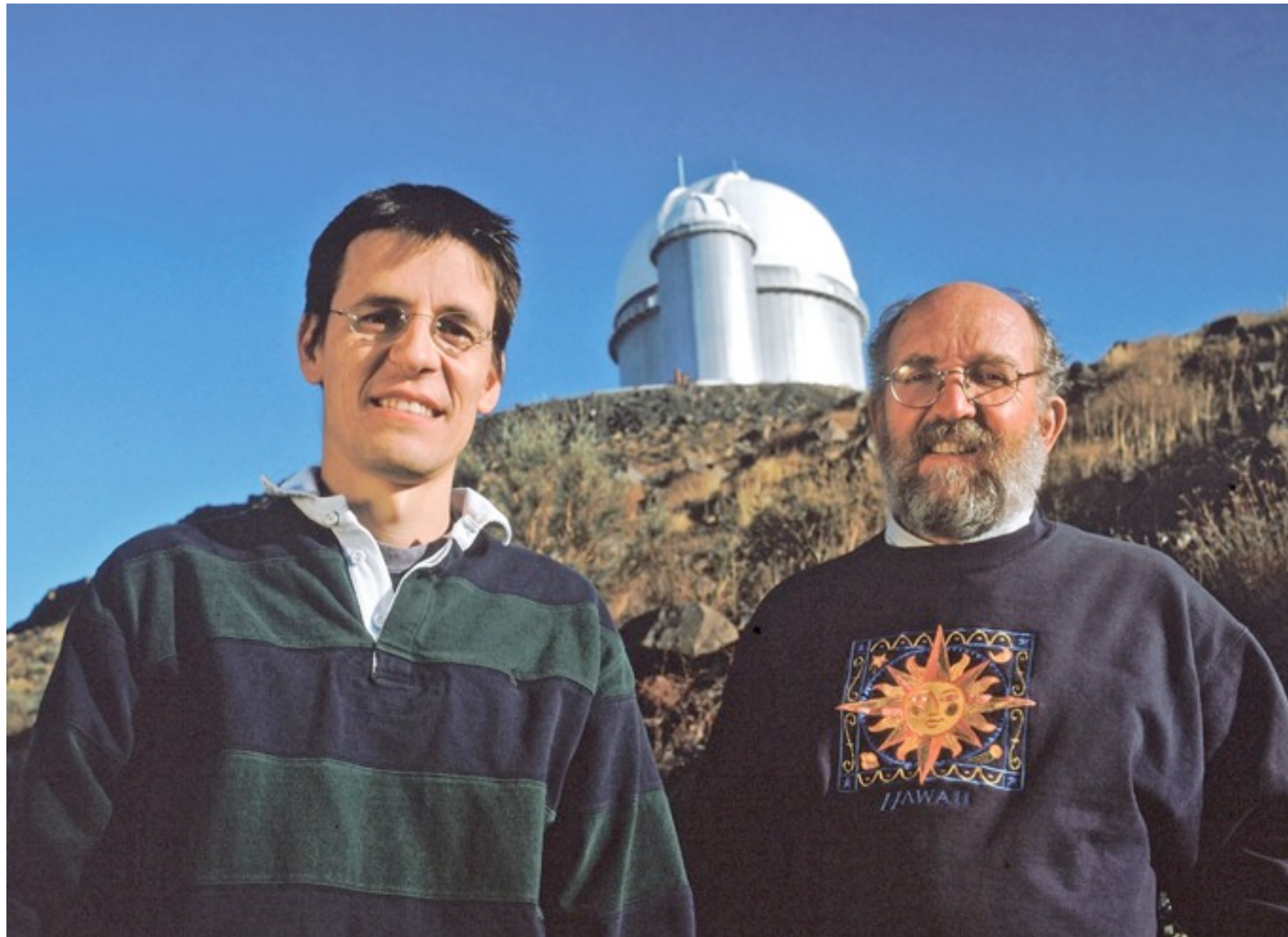
Metodo delle velocità radiali



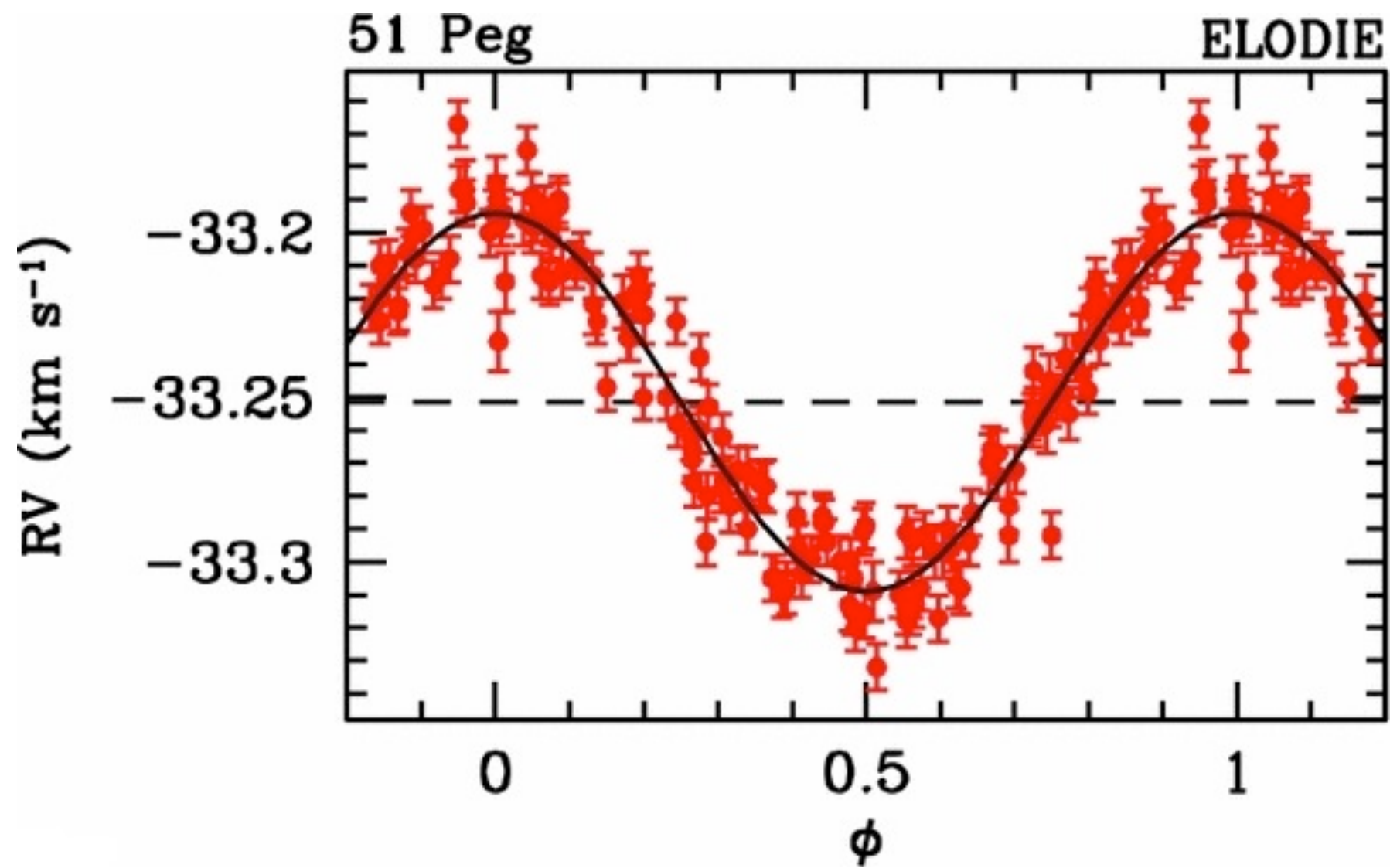
Metodo delle velocità radiali



Michel Mayor e Didier Queloz

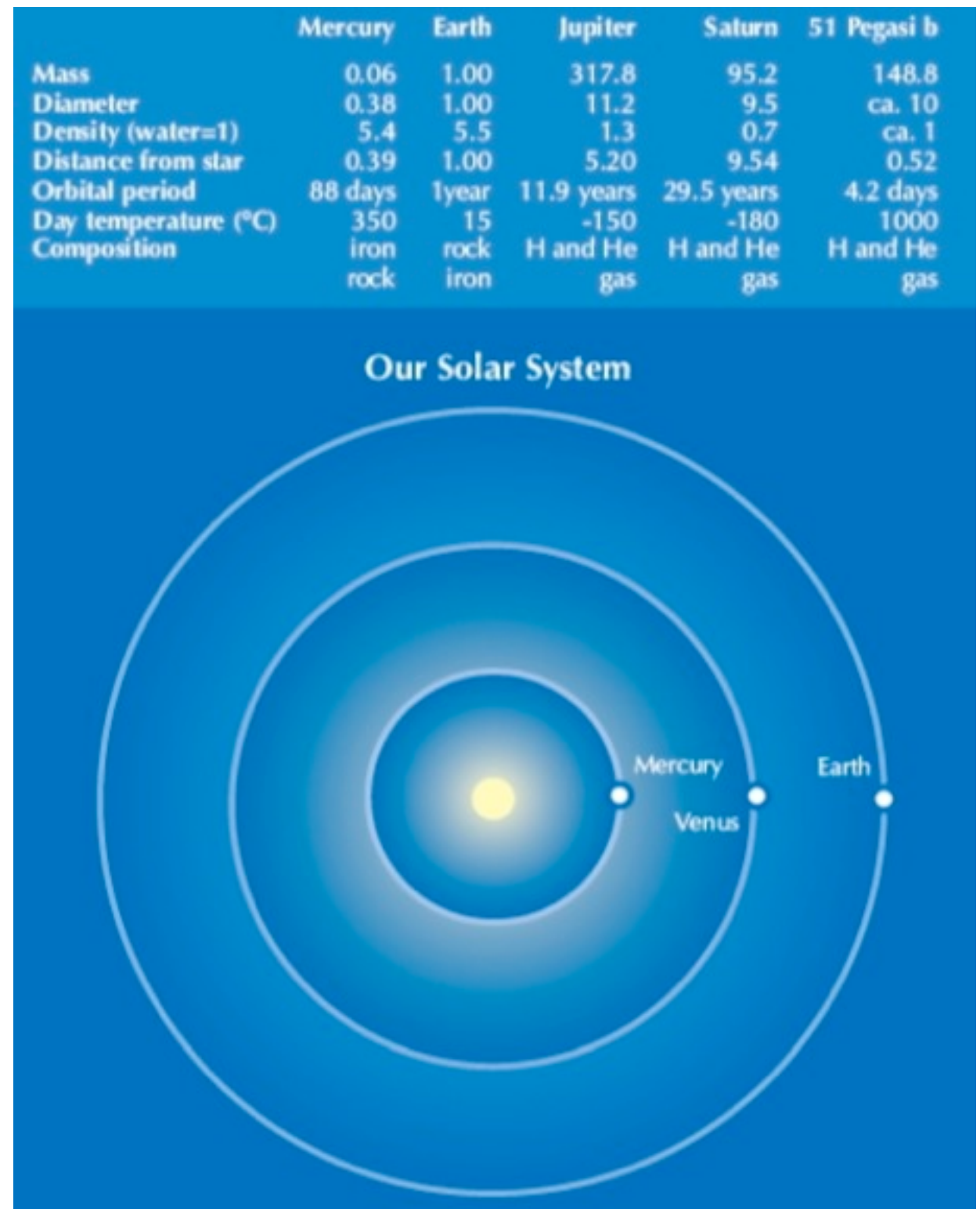


Michel Mayor e Didier Queloz



51 Pegasi

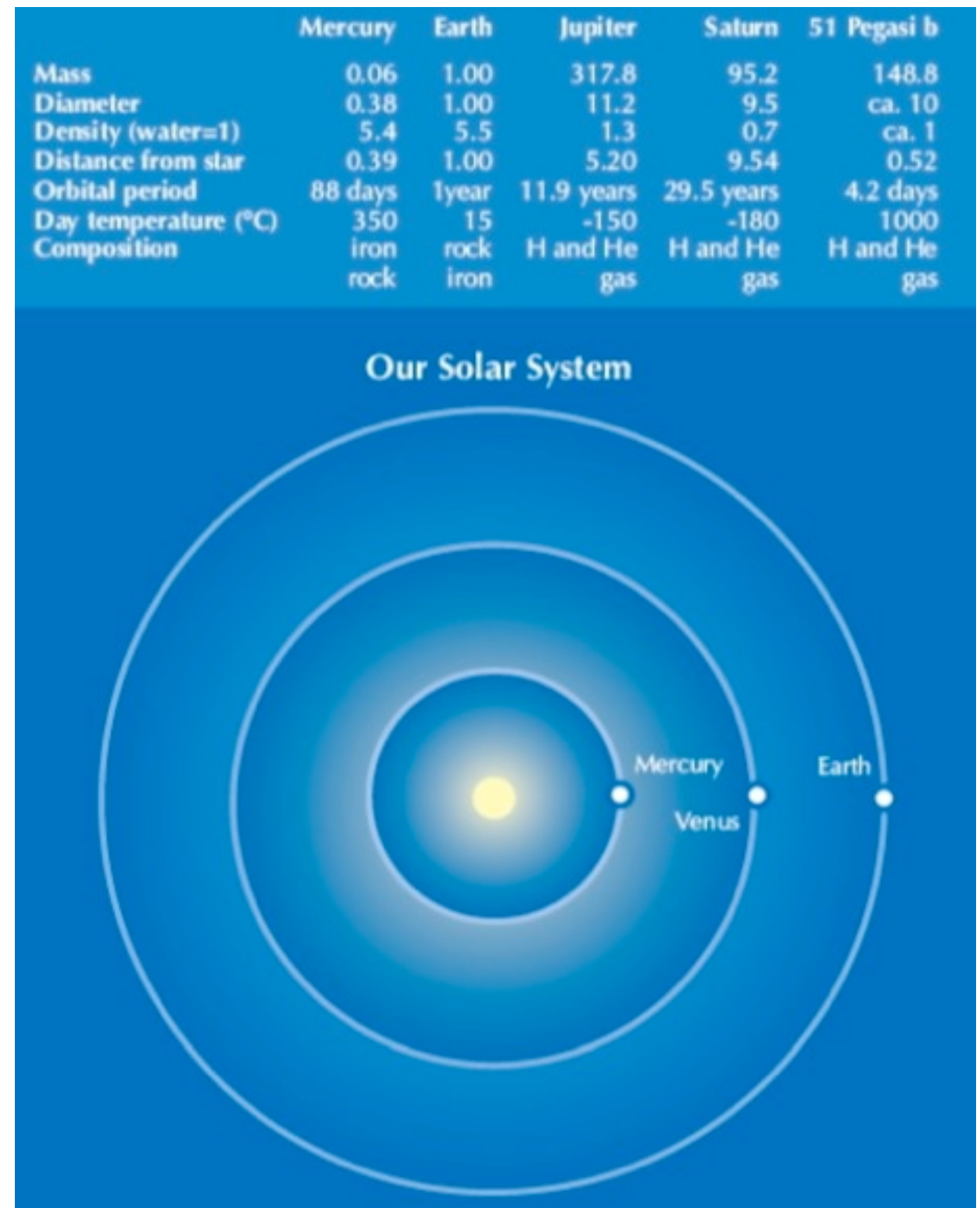
51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

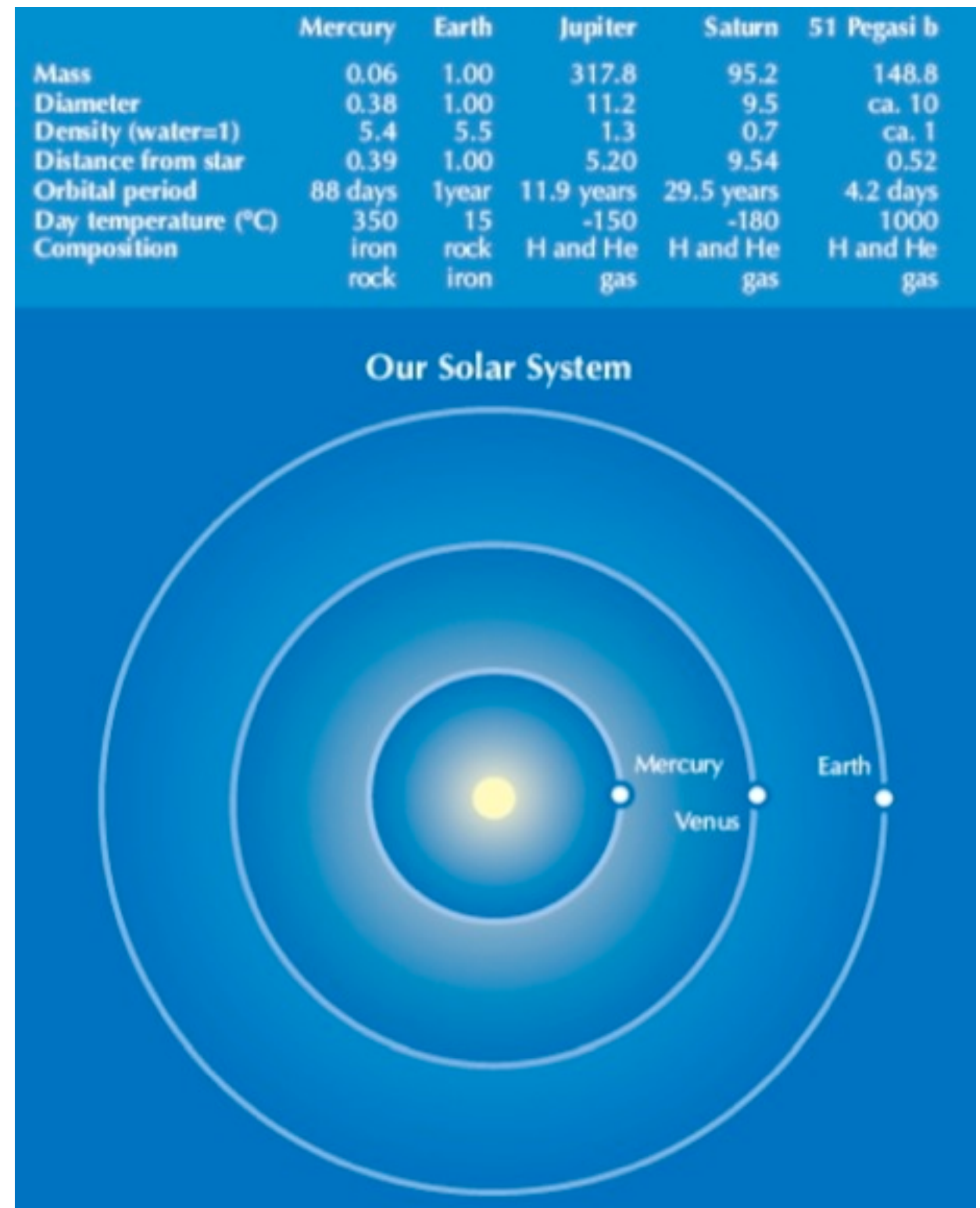
- Gigante di gas



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

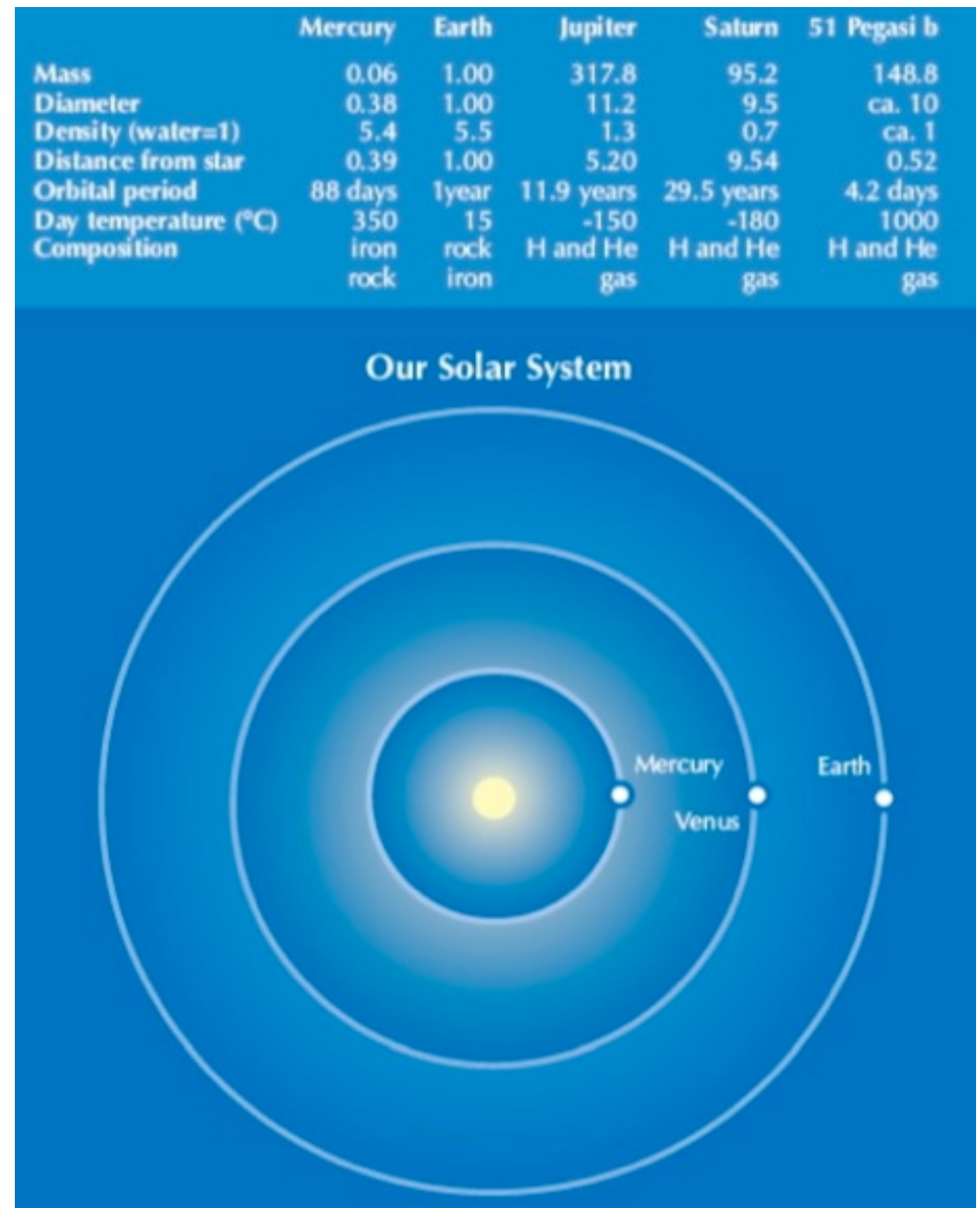
- Gigante di gas
- Massa: metà della massa di Giove



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

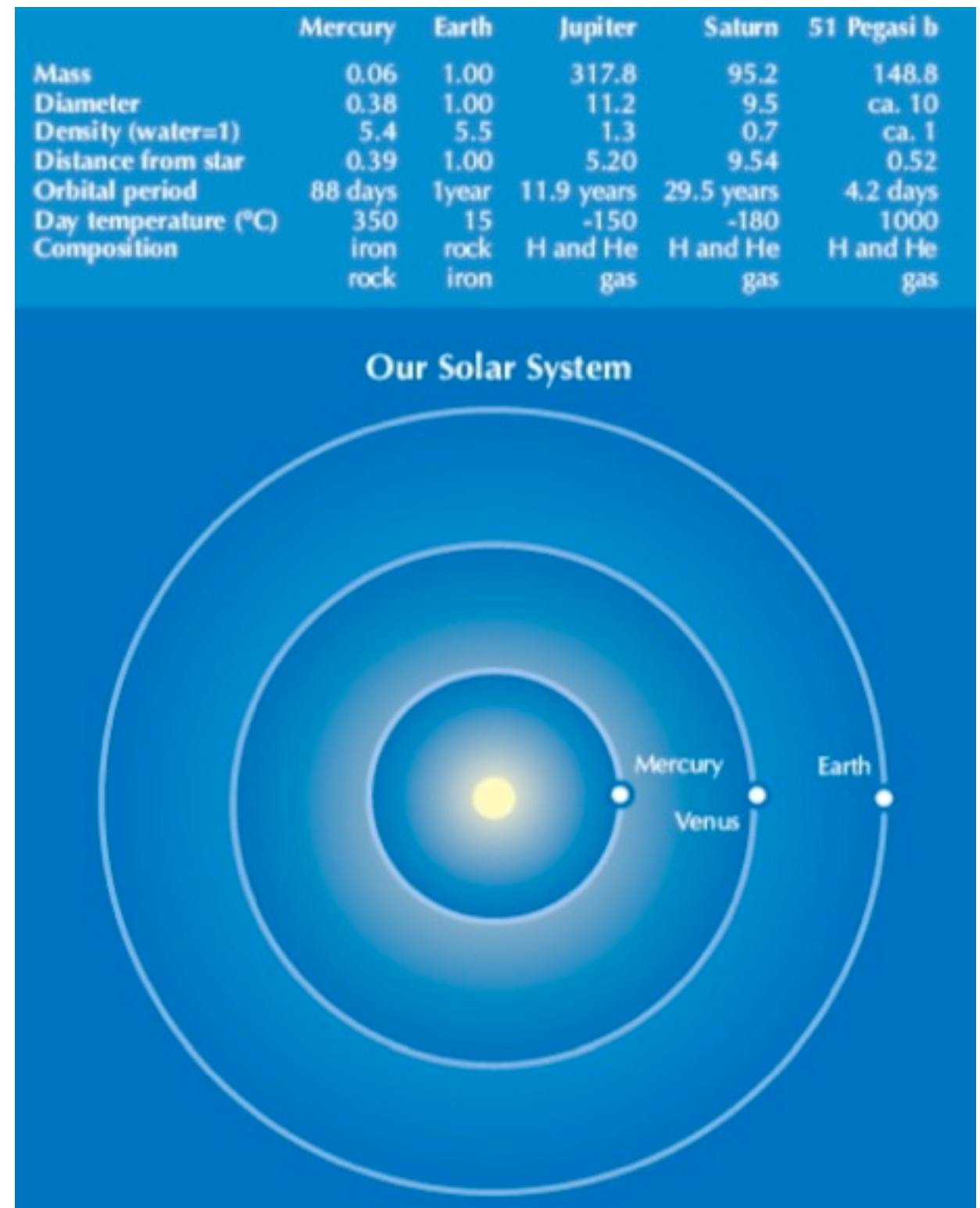
- Gigante di gas
- Massa: metà della massa di Giove
- Periodo orbitale: 4 giorni



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

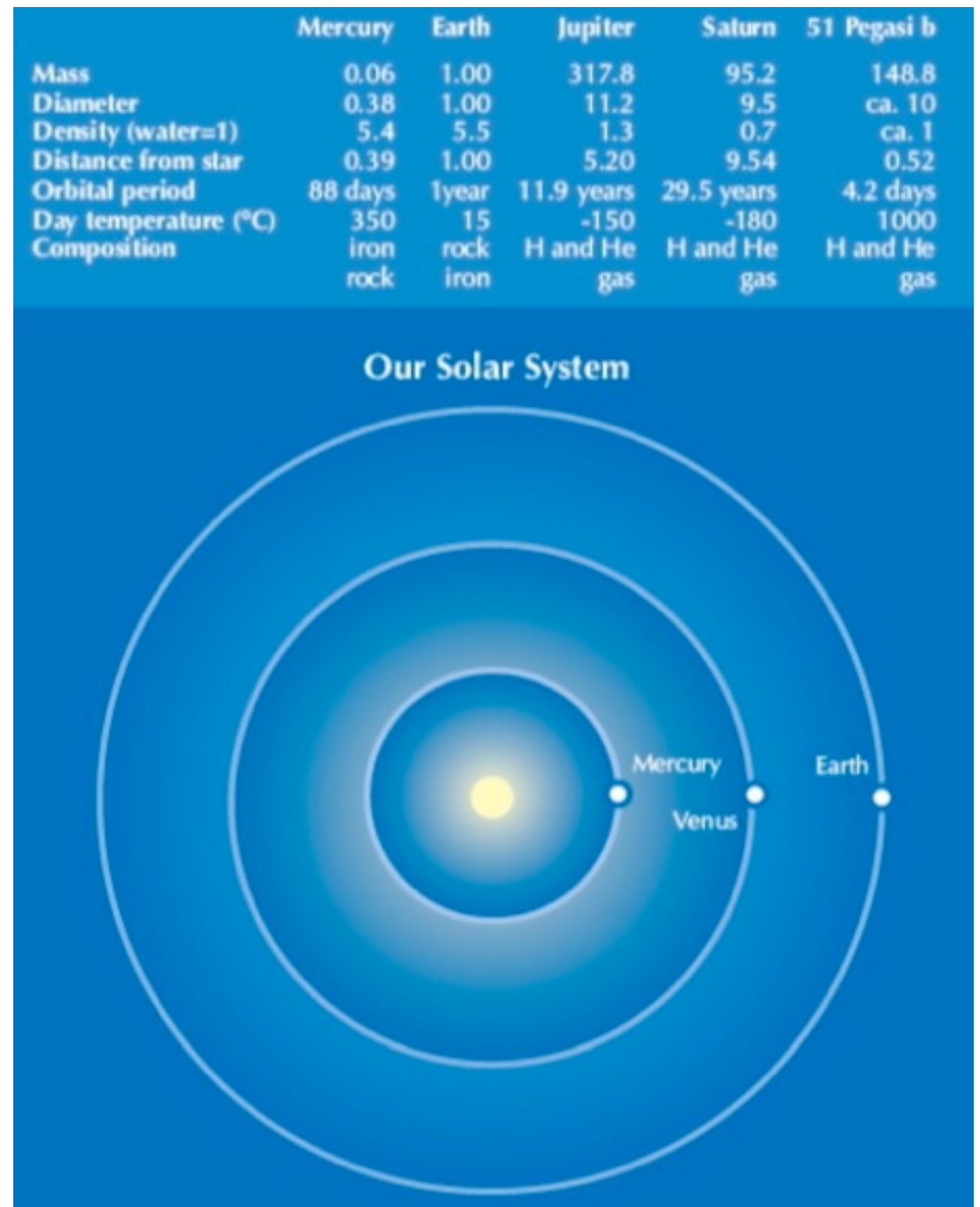
- Gigante di gas
- Massa: metà della massa di Giove
- Periodo orbitale: 4 giorni
- Distanza alla stella: 0.05 UA



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

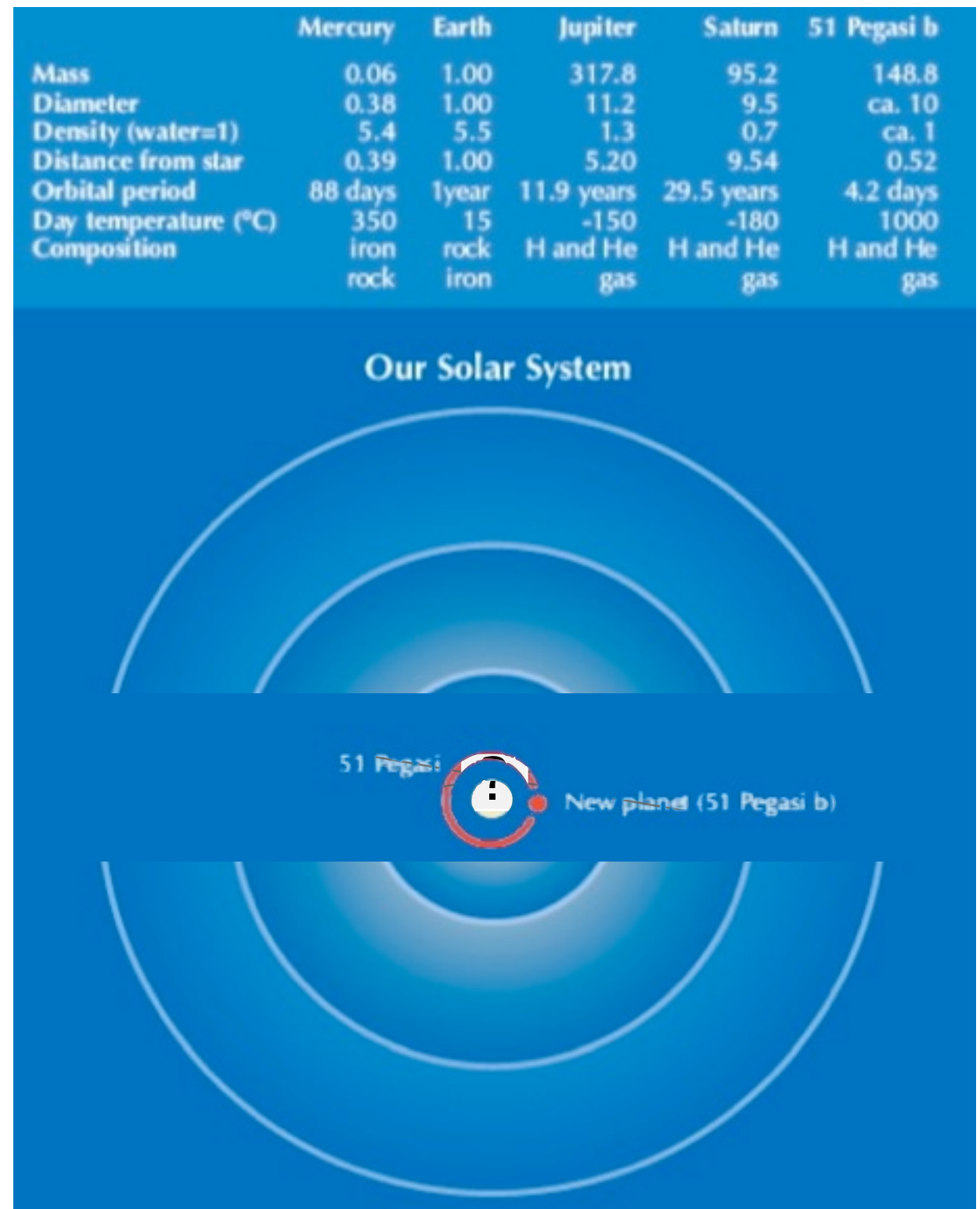
- Gigante di gas
- Massa: metà della massa di Giove
- Periodo orbitale: 4 giorni
- Distanza alla stella: 0.05 UA
- Migrazione ?



51 Pegasi

51 Pegasi b (Mayor & Queloz 1995)
primo pianeta extrasolare, attorno ad
una stella simile al nostro Sole

- Gigante di gas
- Massa: metà della massa di Giove
- Periodo orbitale: 4 giorni
- Distanza alla stella: 0.05 UA
- Migrazione ?



Harps



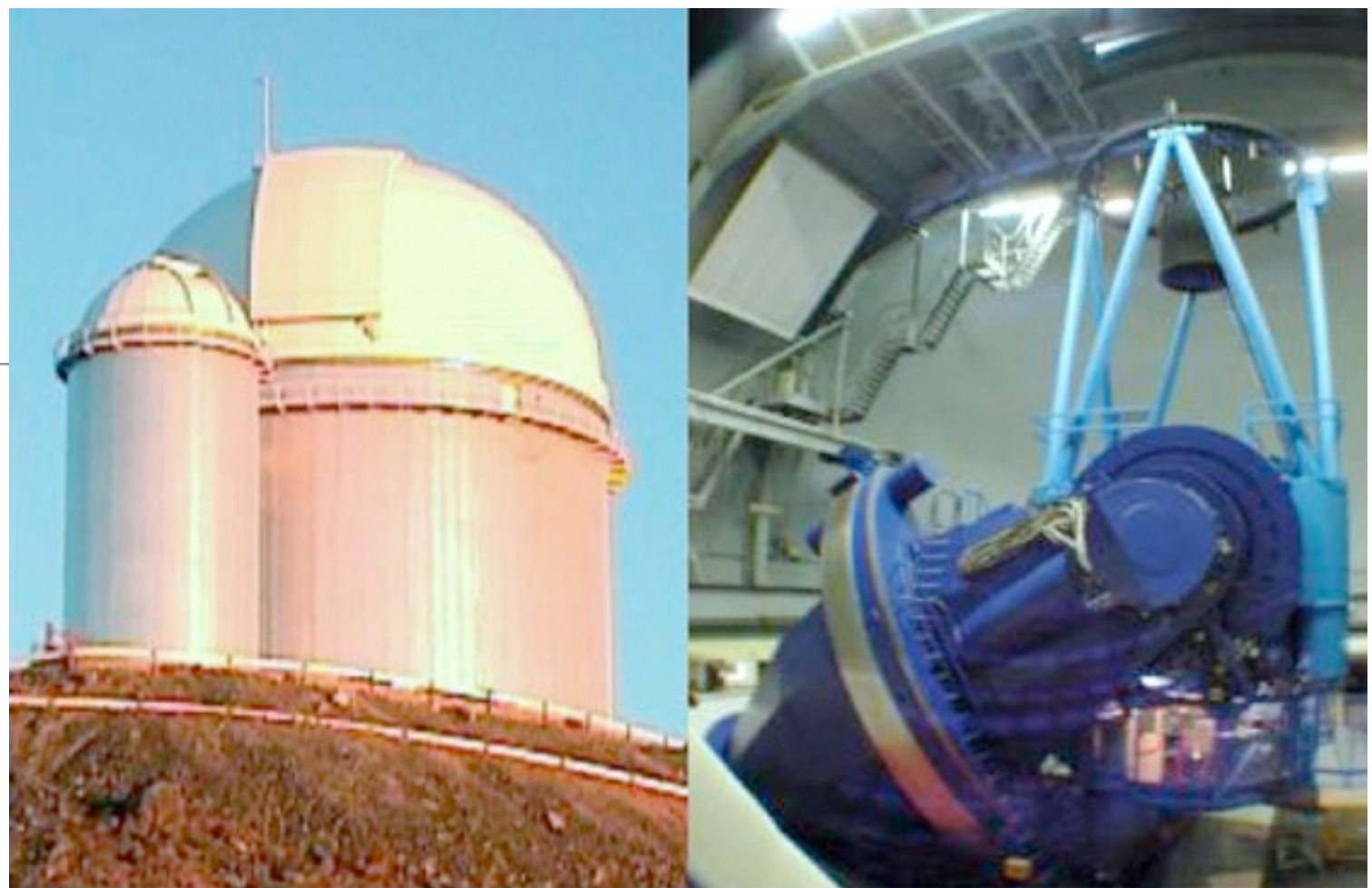
Harps

- spettrografo **molto** stabile.



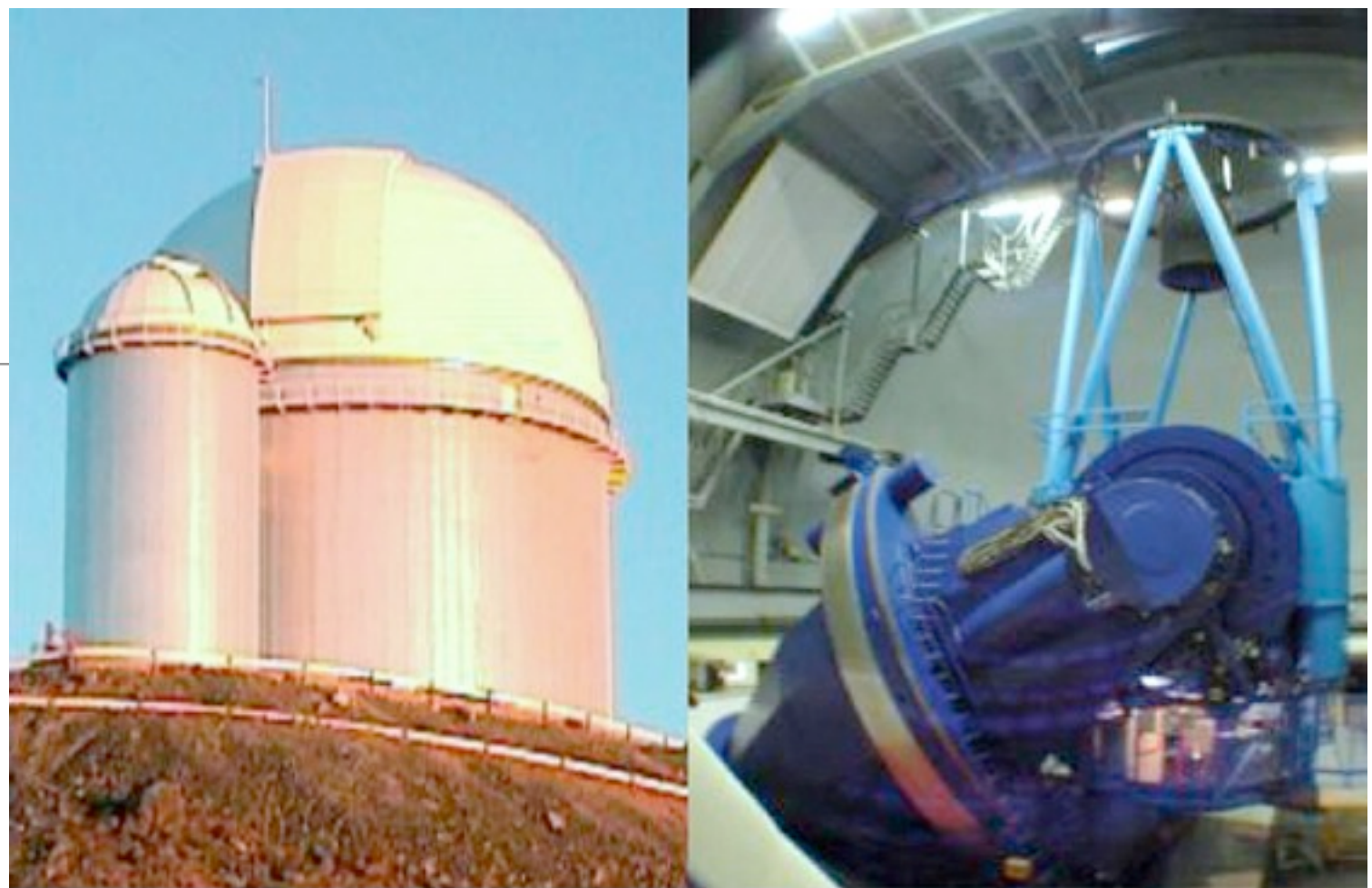
Harps

- spettrografo **molto** stabile.
- sotto vuoto, $\Delta T < 0.005$ gradi, deriva di < 2 m/s.



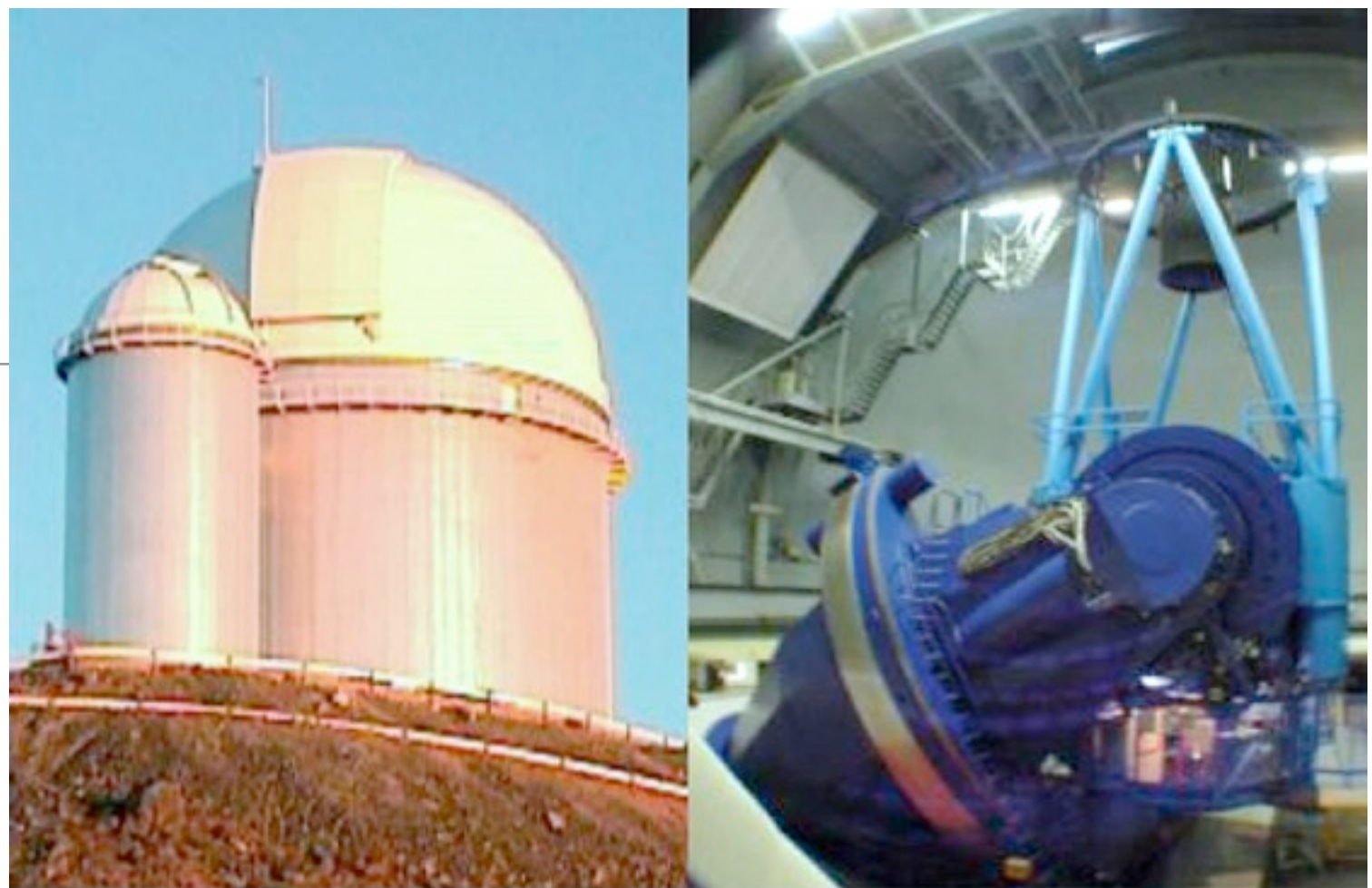
Harps

- spettrografo **molto** stabile.
- sotto vuoto, $\Delta T < 0.005$ gradi, deriva di < 2 m/s.
- $1 \text{ m/s} = 1/1000 \text{ pixel} = 15 \text{ nm}$ (150 atomi di Si).



Harps

- spettrografo **molto** stabile.
- sotto vuoto, $\Delta T < 0.005$ gradi, deriva di < 2 m/s.
- $1 \text{ m/s} = 1/1000 \text{ pixel} = 15 \text{ nm}$ (150 atomi di Si).
- Calibrazione continua.



Harps

- spettrografo **molto** stabile.
- sotto vuoto, $\Delta T < 0.005$ gradi, deriva di < 2 m/s.
- $1 \text{ m/s} = 1/1000 \text{ pixel} = 15 \text{ nm}$ (150 atomi di Si).
- Calibrazione continua.
- per altri strumenti:
 $\Delta P = 1 \text{ mbar} \Rightarrow 90 \text{ m/s}$
 $\Delta T = 1 \text{ grado} \Rightarrow 300 \text{ m/s}$



Risultati di Harps: 16 Super Terre

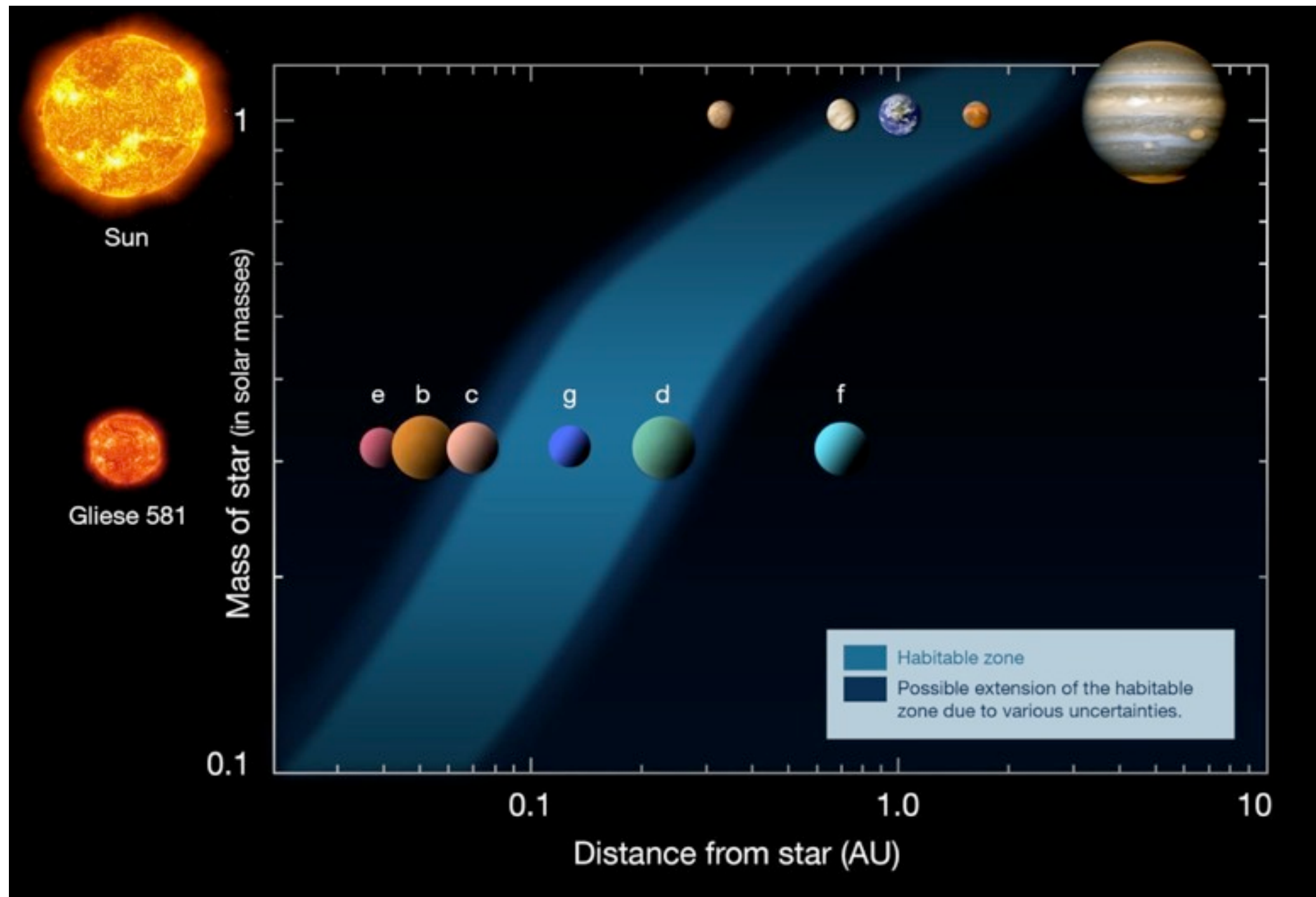
12 settembre 2011

- Super Terra (3.6 M_T) HD 85512b, rocciosa, al bordo della zona abitabile



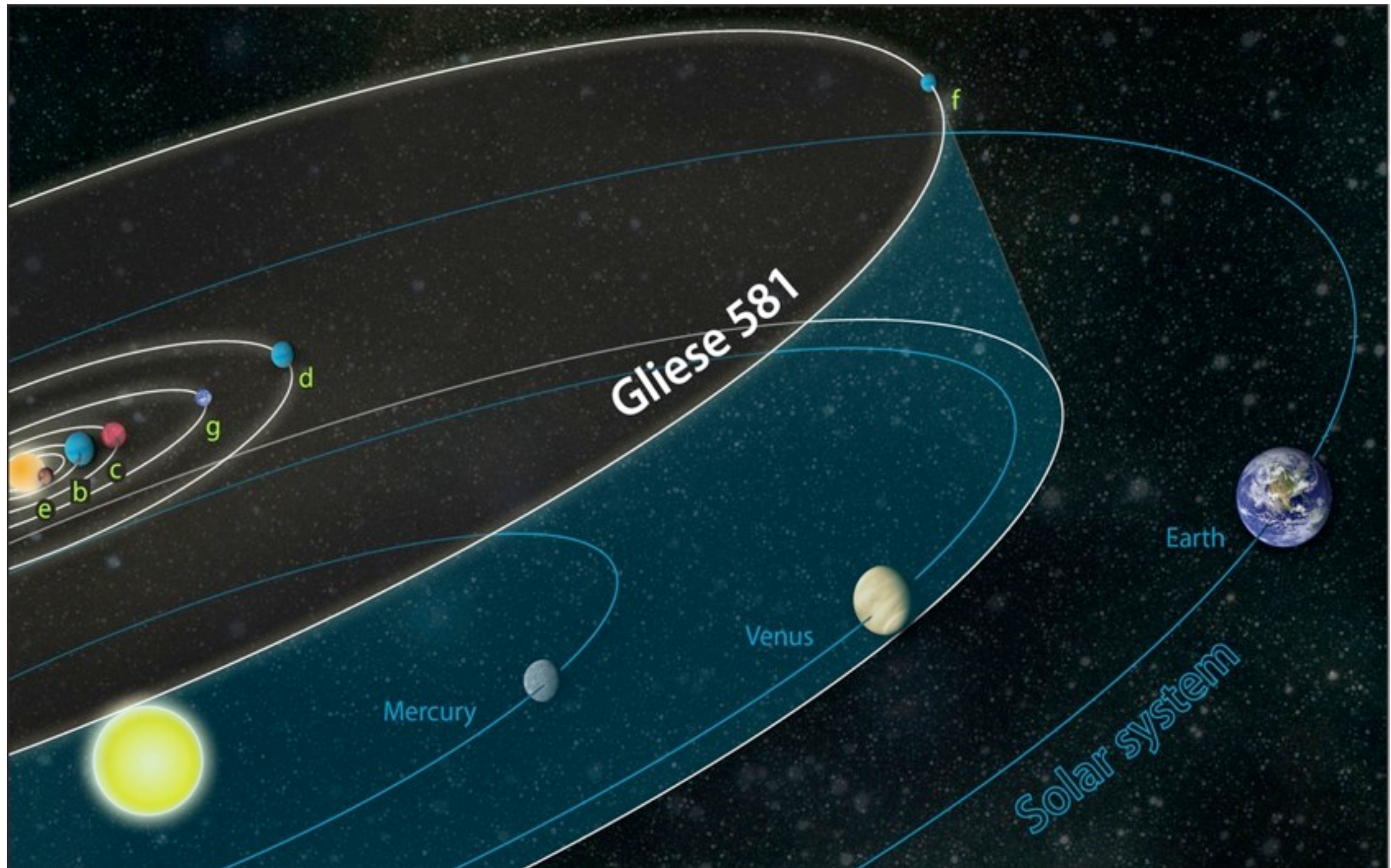
Risultati di Harps: Gliese 581

- Zona abitabile = H₂O liquida



Risultati di Harps: Gliese 581

- Zona abitabile = H₂O liquida



Geoff Marcy e il telescopio Keck



Geoff Marcy e il telescopio Keck



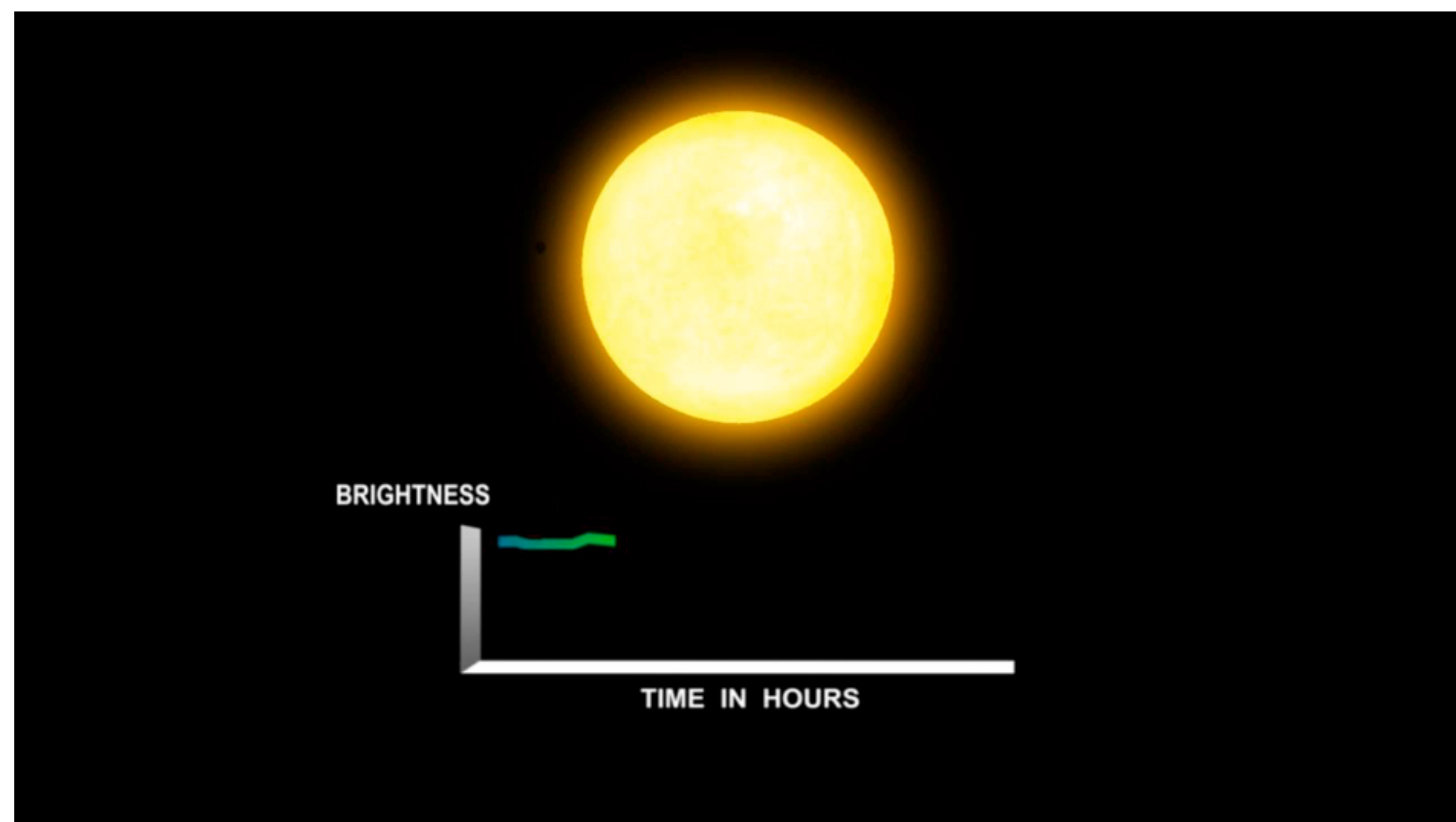
Metodo del transito

Metodo del transito

Diminuzione della luminosità stellare: Transito planetario

Metodo del transito

Diminuzione della luminosità stellare: Transito planetario



The diagram illustrates a stellar transit. At the top center, a large, bright yellow star is shown against a black background. A small black dot, representing a planet, is positioned to the left of the star, indicating its approach. Below the star, a graph is plotted. The vertical axis is labeled 'BRIGHTNESS' and the horizontal axis is labeled 'TIME IN HOURS'. The graph shows a horizontal line representing the star's constant brightness, with a small, shallow dip in the center, indicating the transit event.

BRIGHTNESS

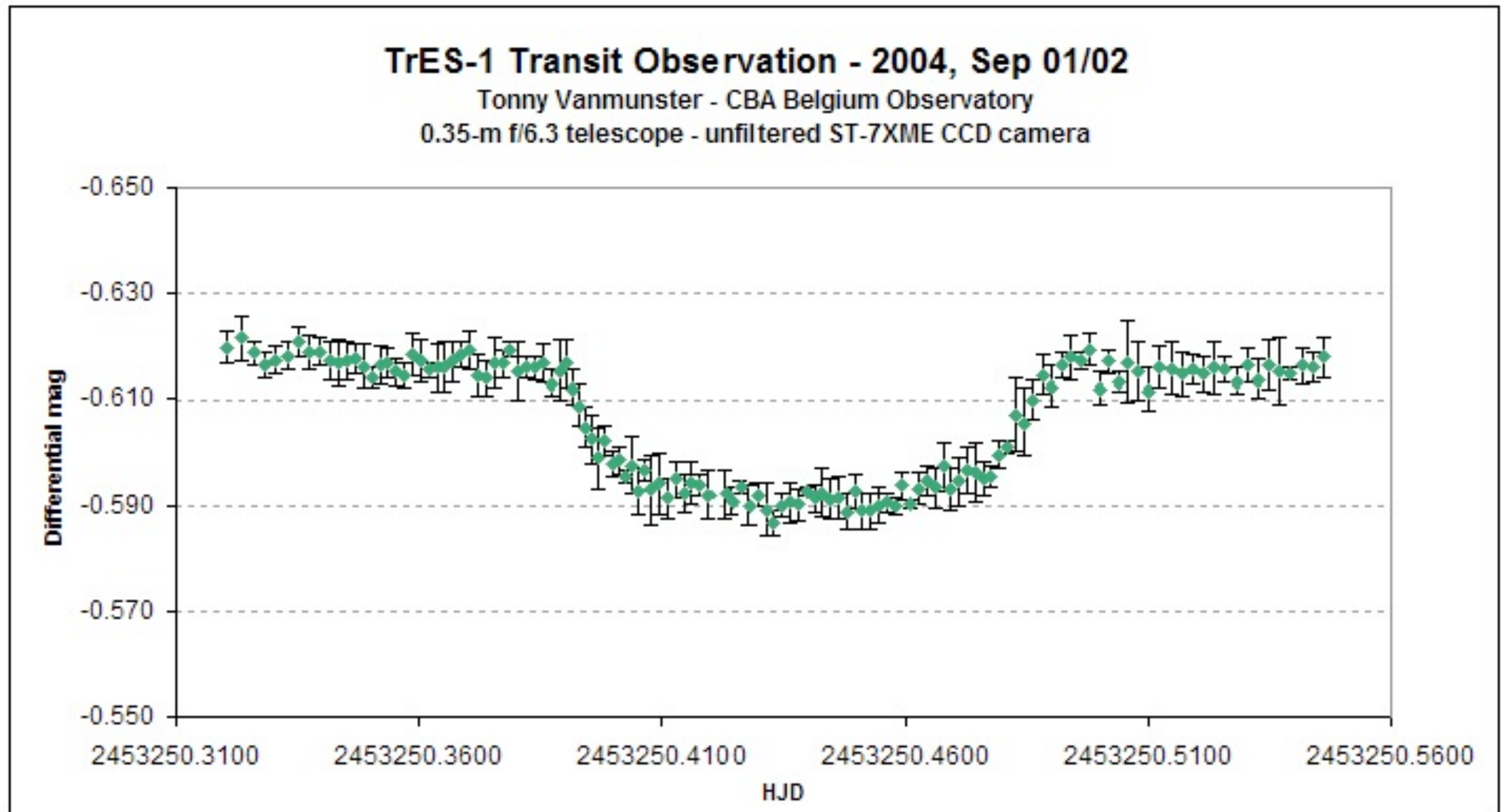
TIME IN HOURS

Metodo del transito

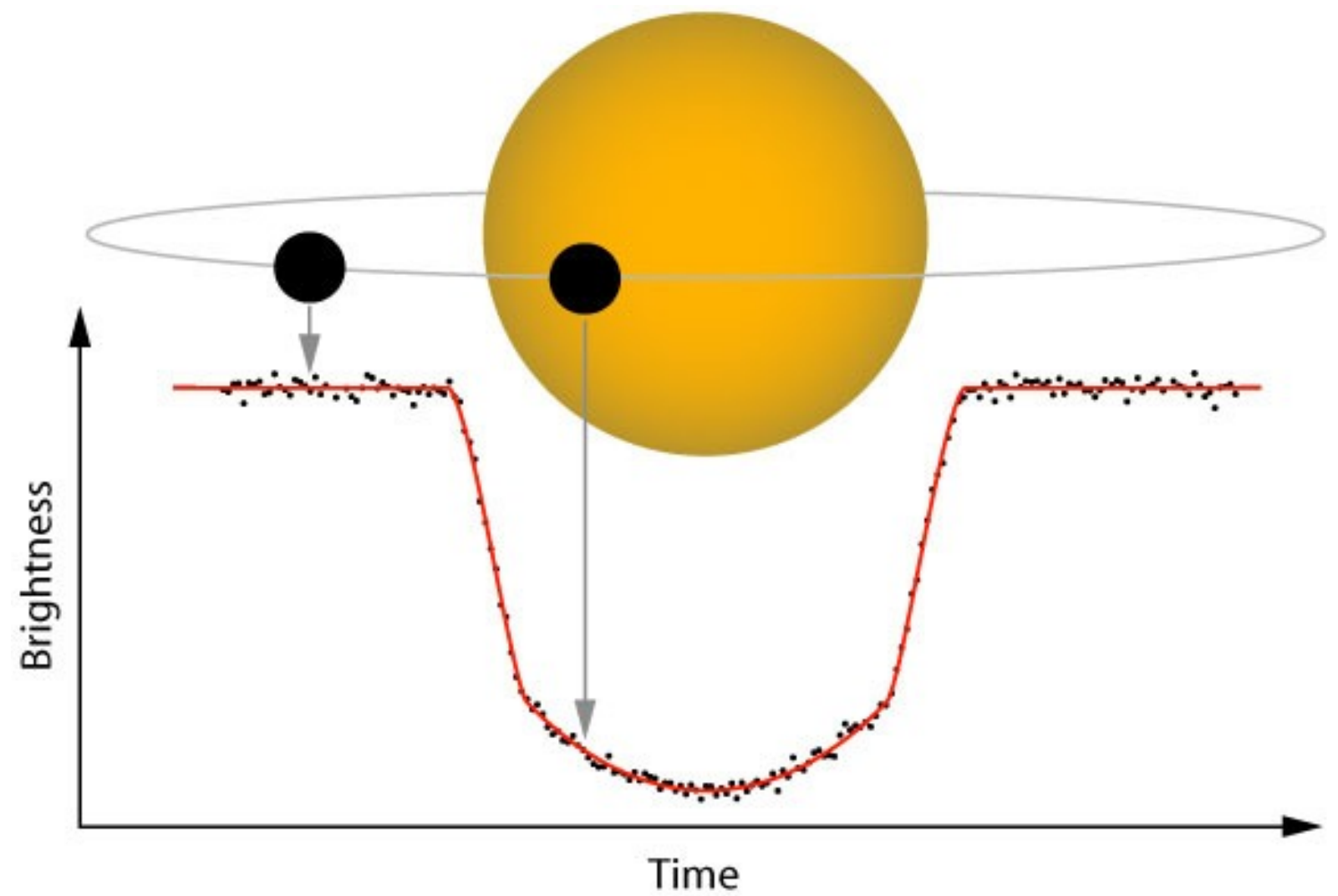
Diminuzione della luminosità stellare: Transito planetario

Metodo del transito

Diminuzione della luminosità stellare: Transito planetario

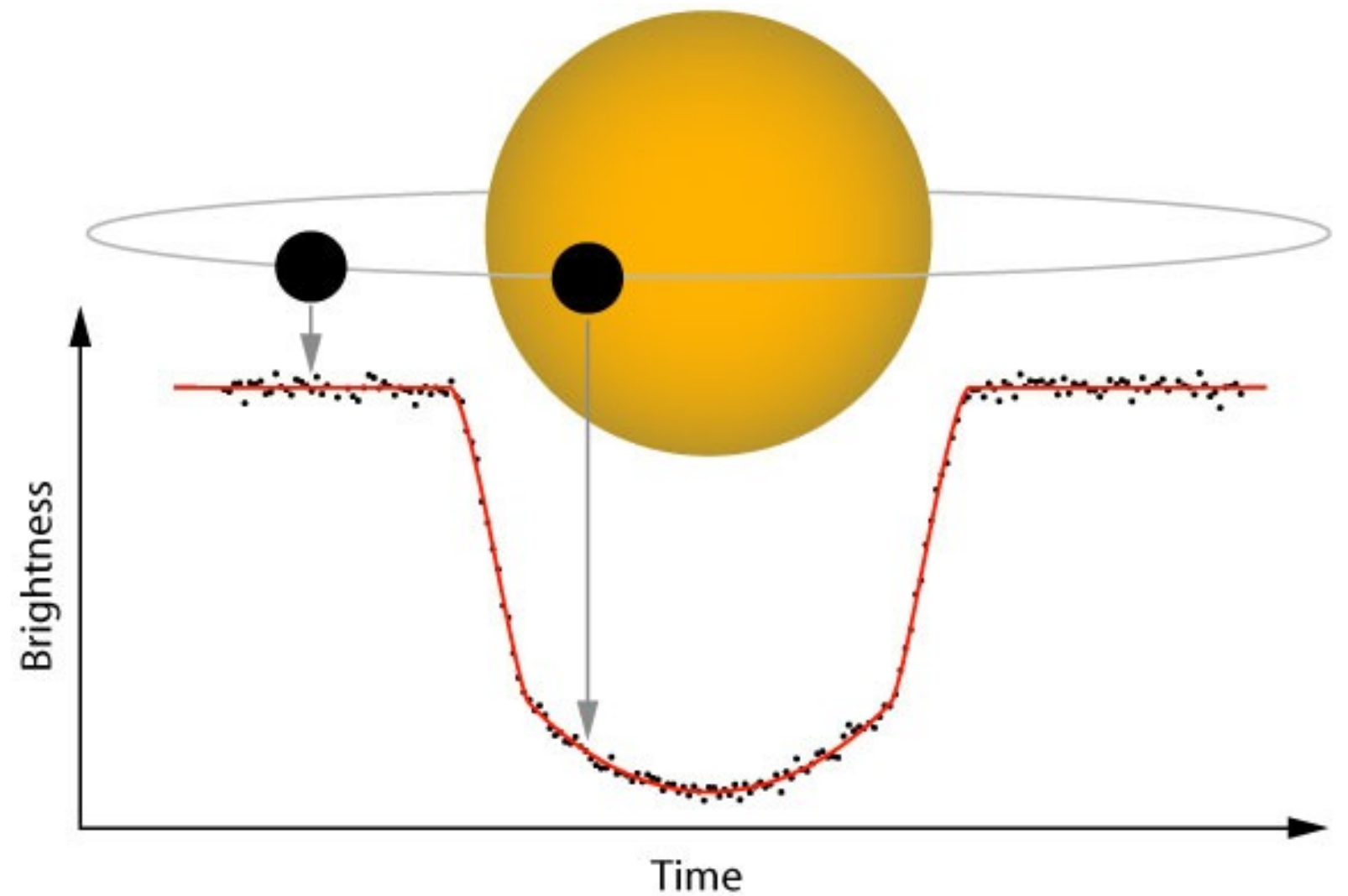


Metodo del transito



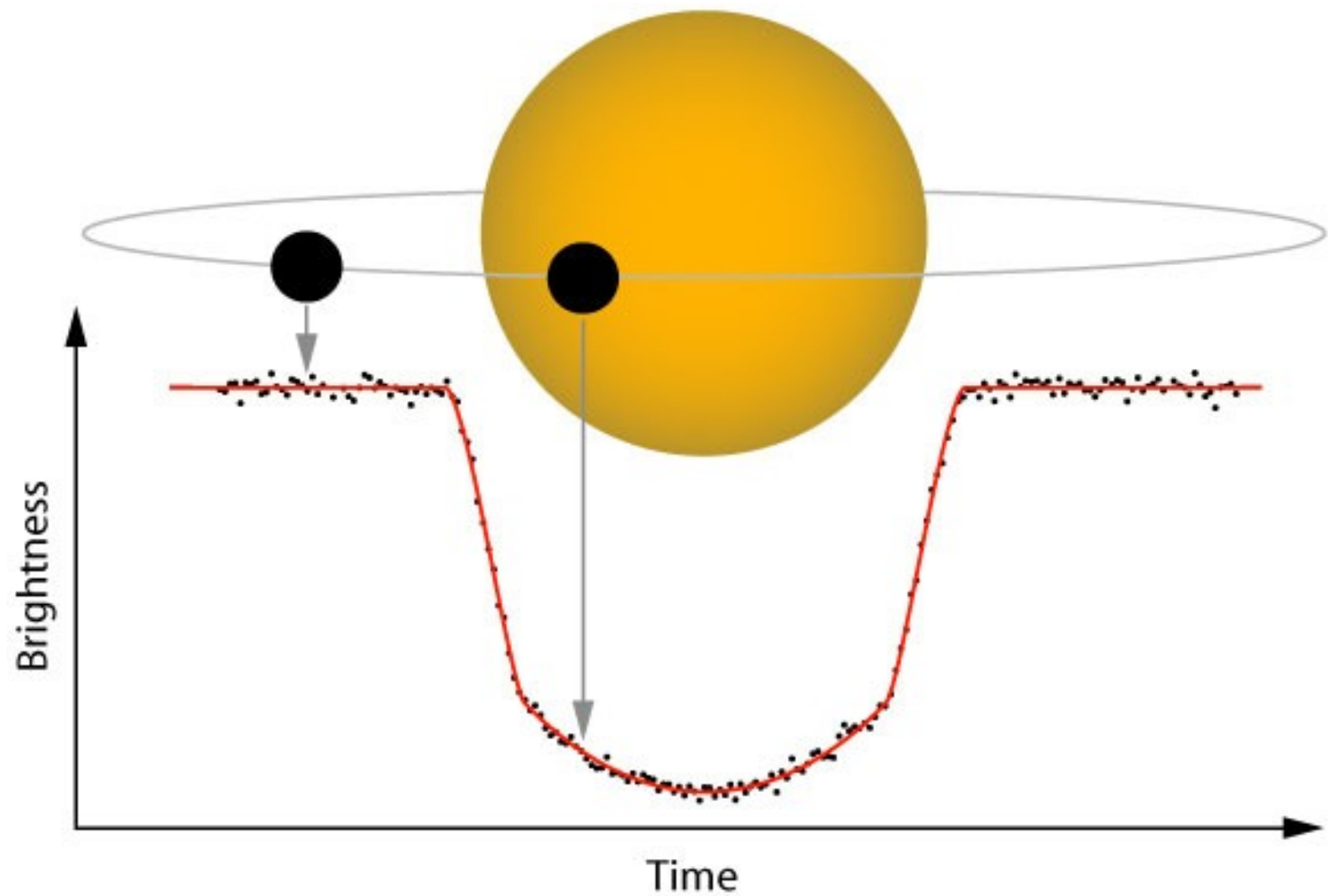
Metodo del transito

- Misura del **diametro** del pianeta



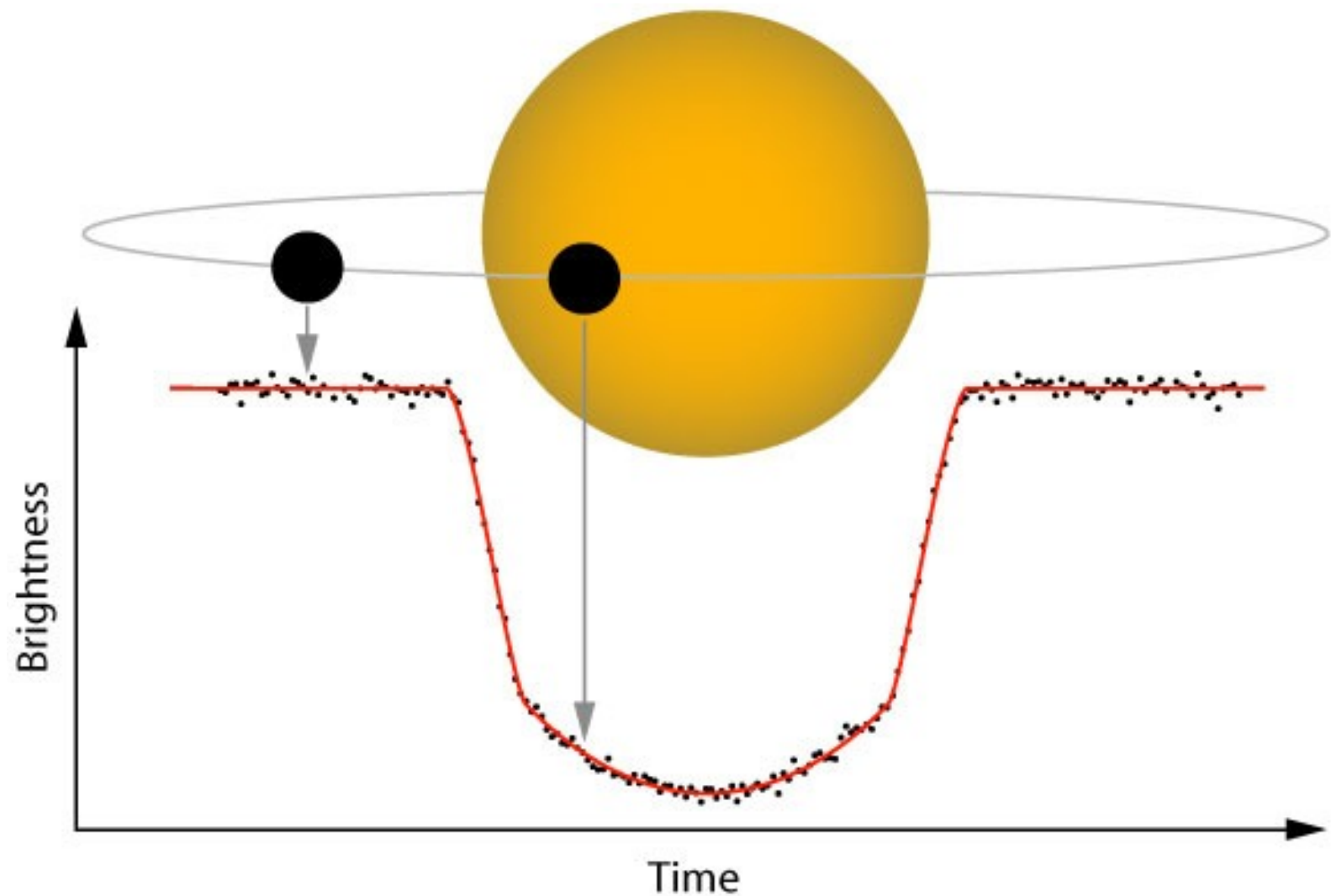
Metodo del transito

- Misura del **diametro** del pianeta
- Con la massa $\Rightarrow$ si ottiene la **densità**.



Metodo del transito

- Misura del **diametro** del pianeta
- Con la massa $\Rightarrow$ si ottiene la **densità**.
- Grazie all'eclisse secondaria, si misura la **temperatura** del pianeta



Metodo del transito



Metodo del transito

Misura dell'**atmosfera** del pianeta: biofirme

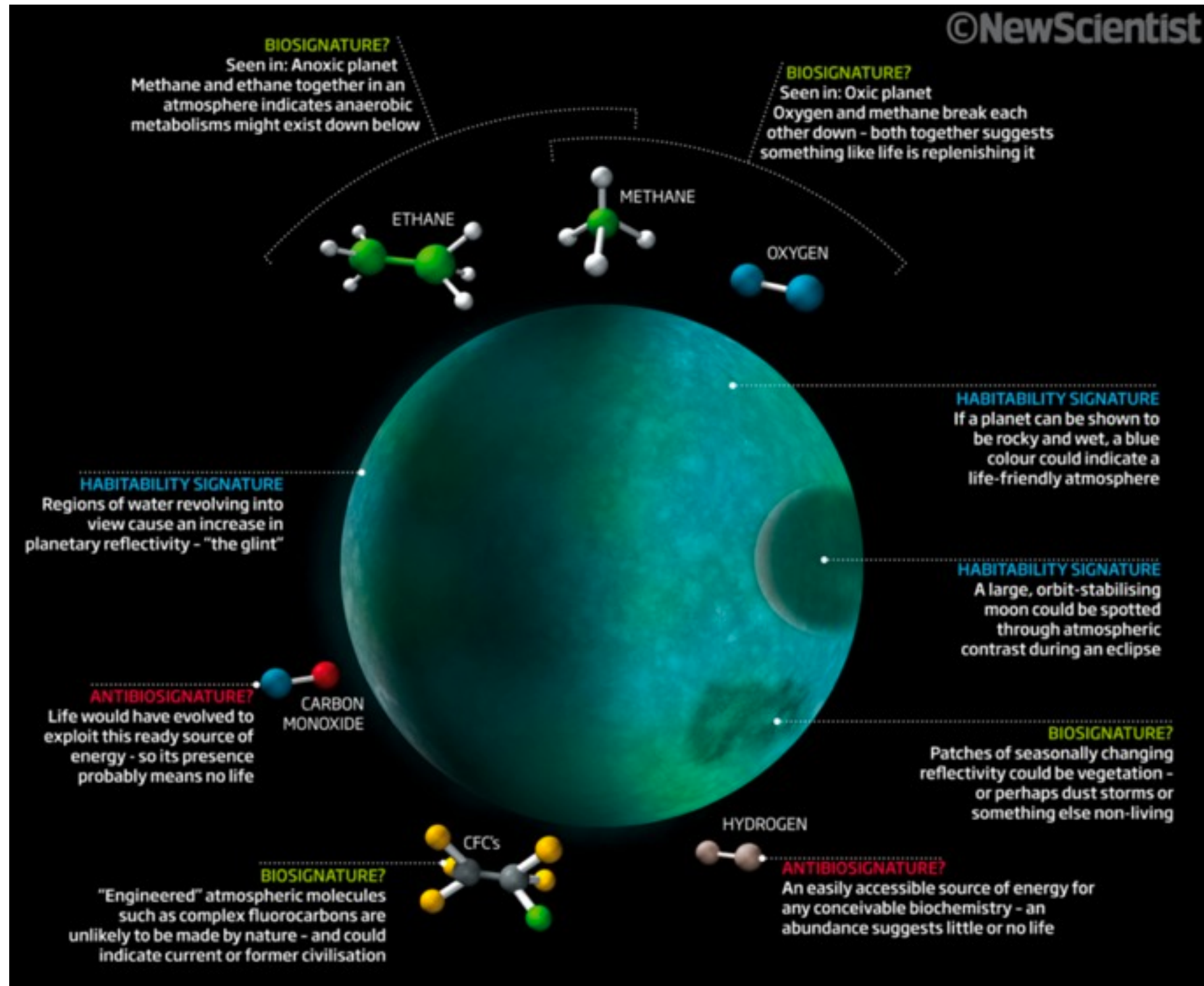
Metodo del transito

Misura dell'**atmosfera** del pianeta: biofirme



Metodo del transito

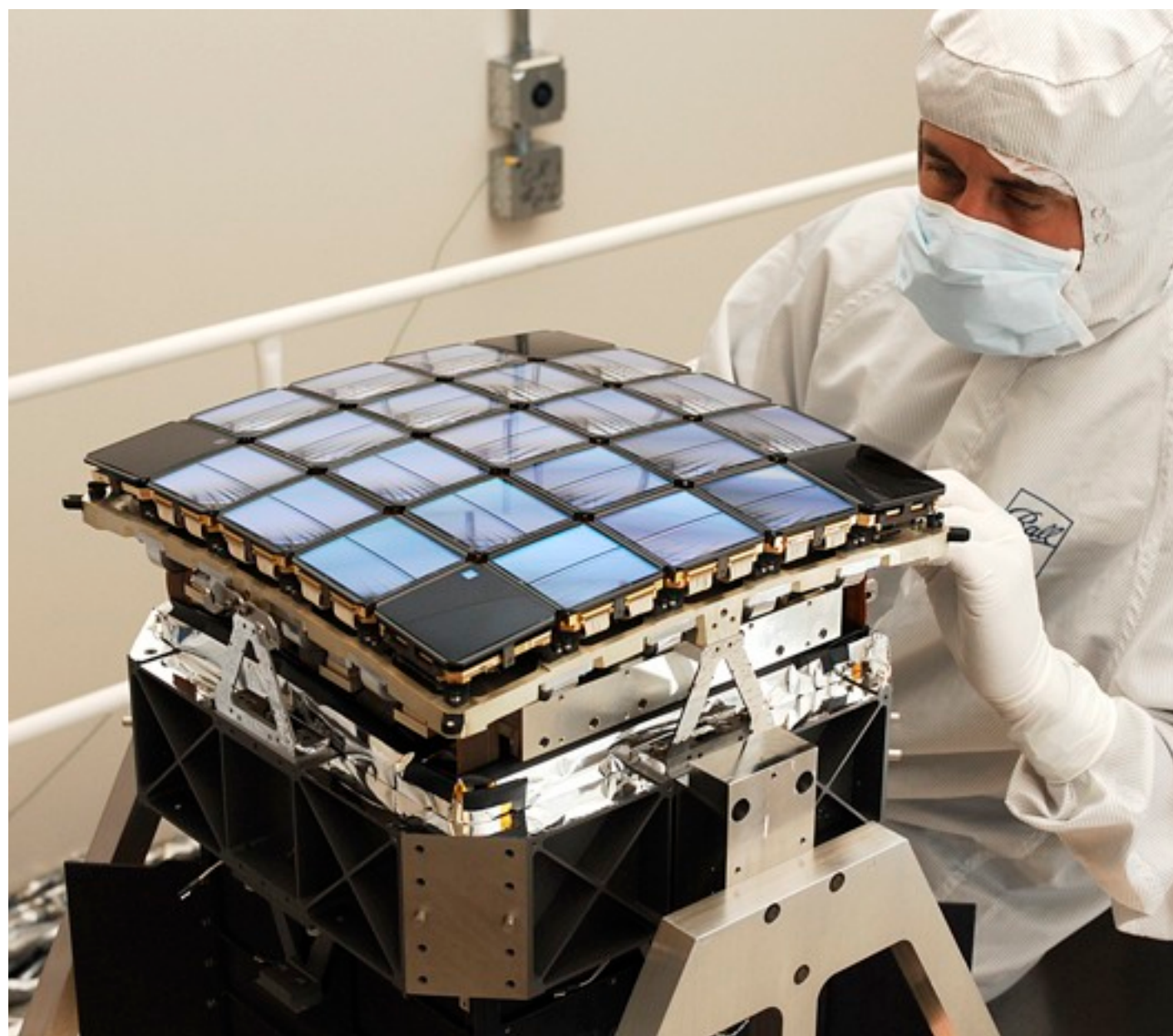
Misura dell'**atmosfera** del pianeta: biofirme



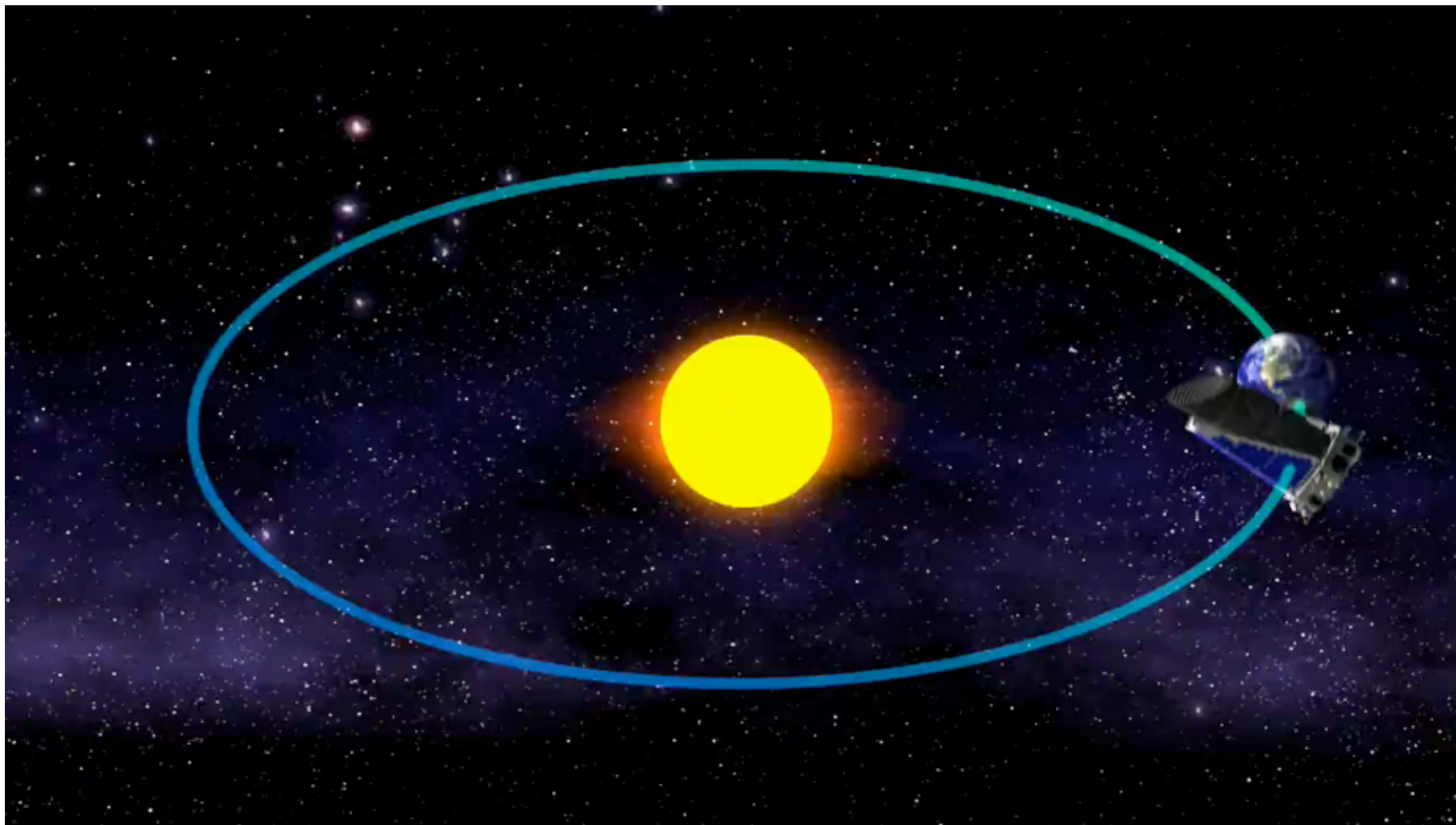
Transito planetario: la missione Kepler



Transito planetario: la missione Kepler

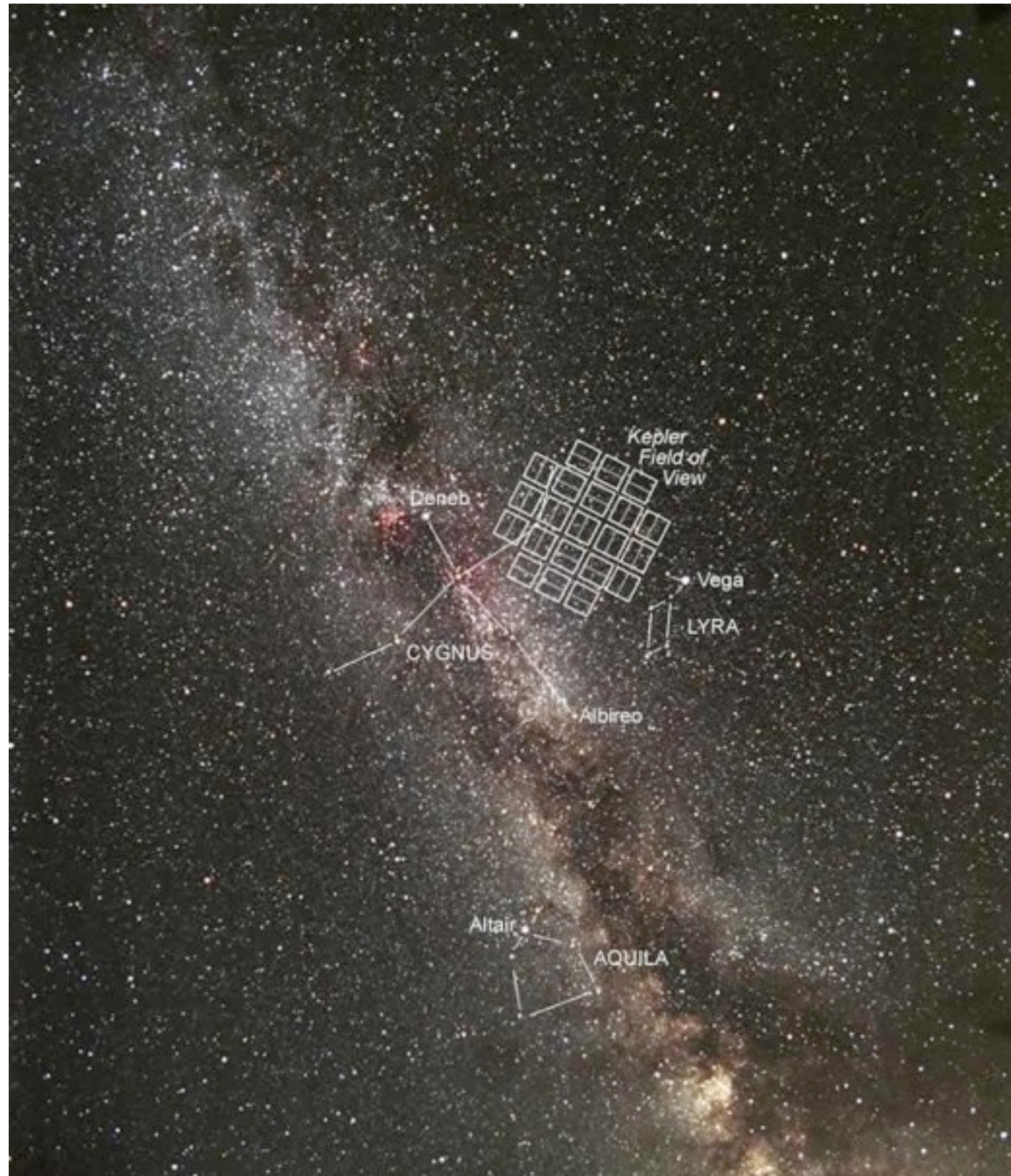


Transito planetario: la missione Kepler



Transito planetario: la missione Kepler

Transito planetario: la missione Kepler

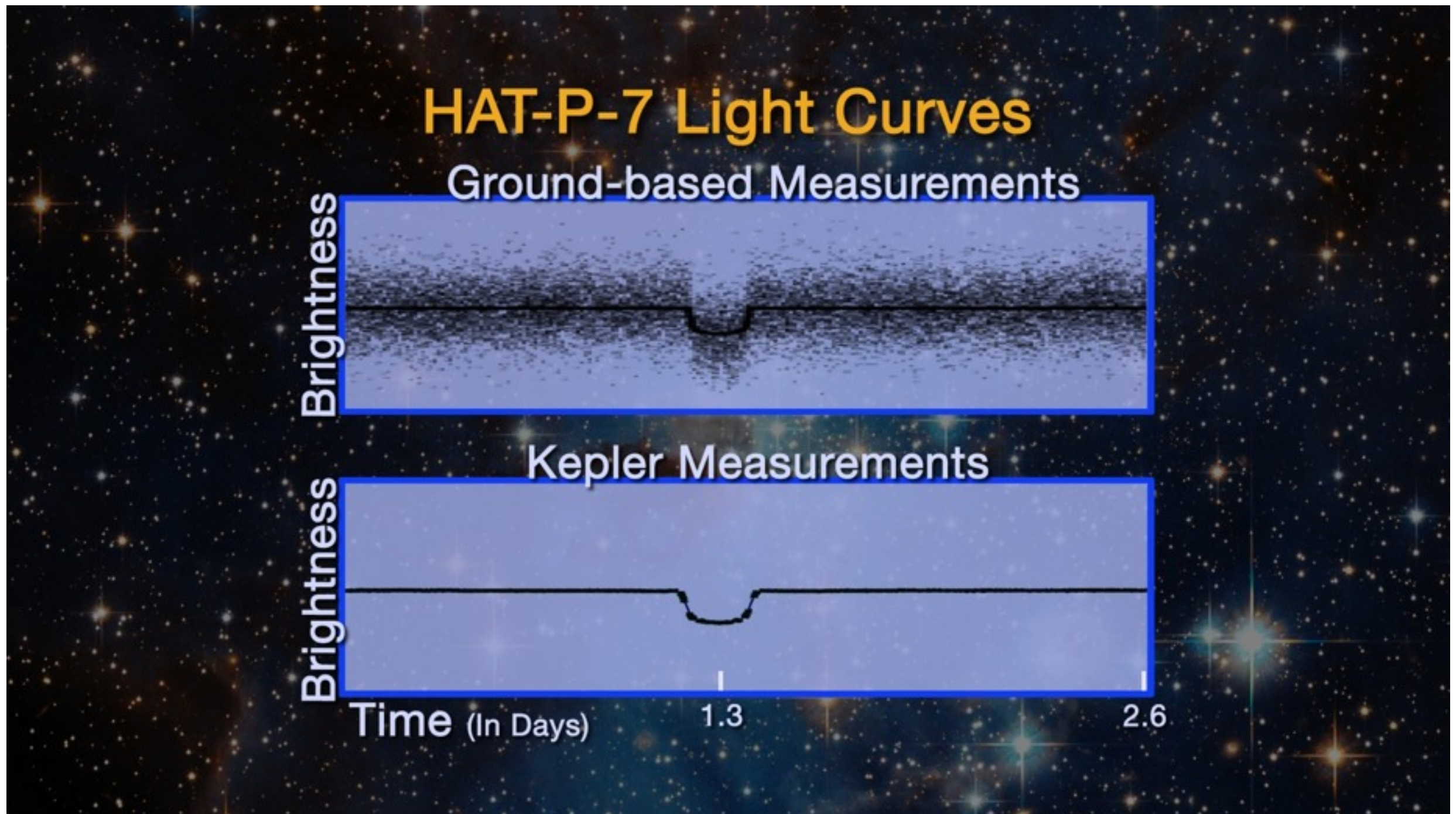


Transito planetario: la missione Kepler

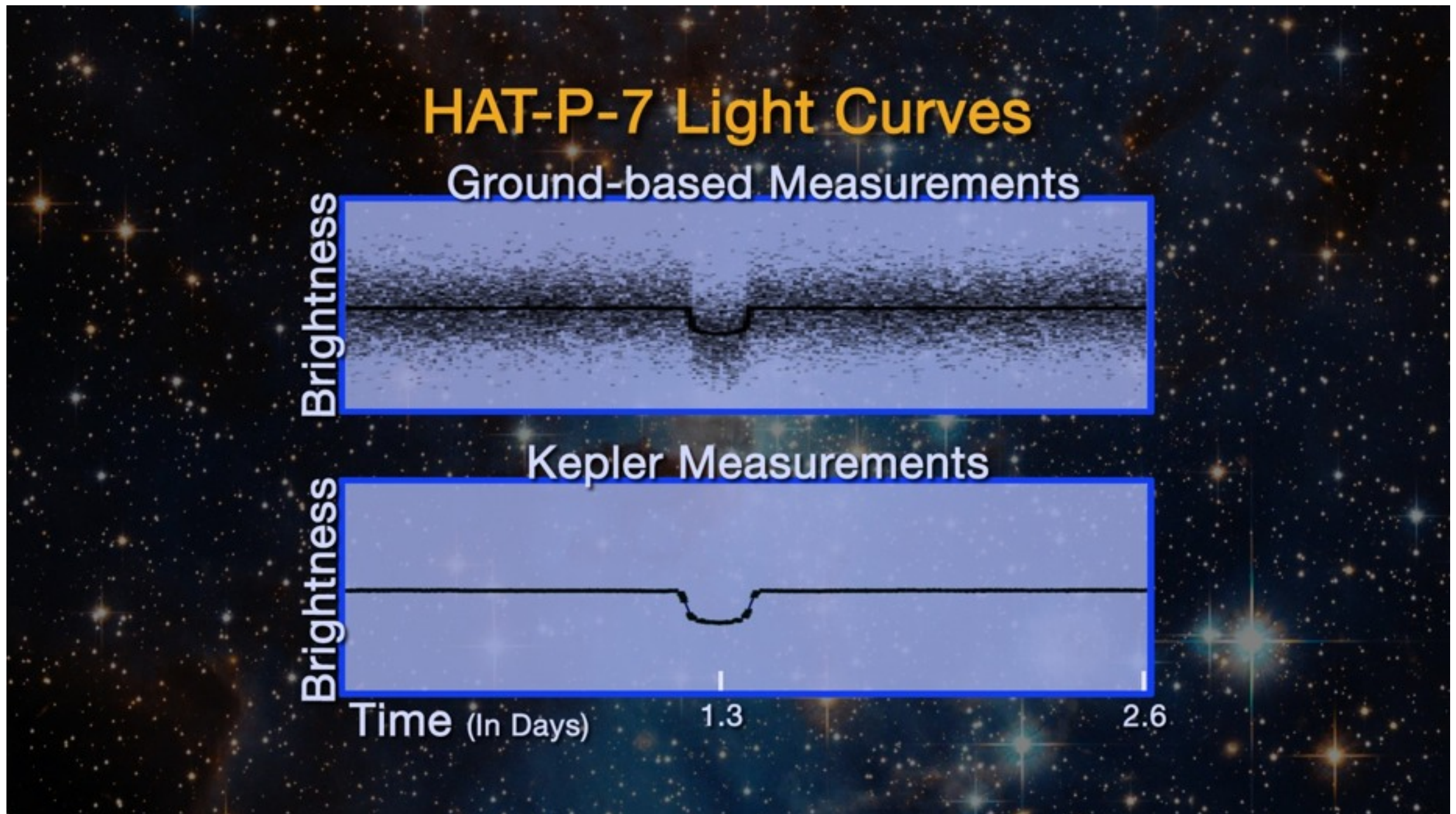
Transito planetario: la missione Kepler



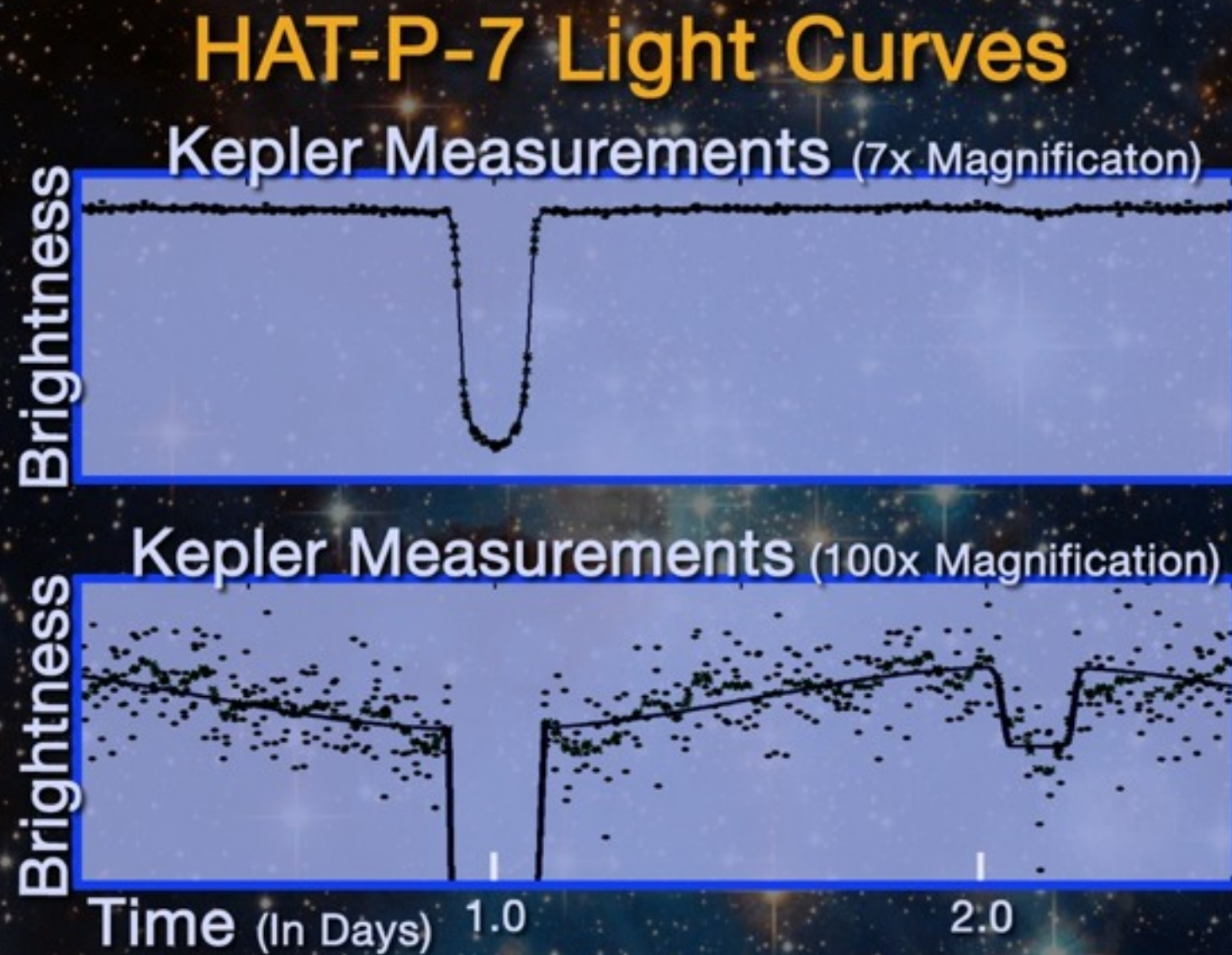
Transito planetario: la missione Kepler



Transito planetario: la missione Kepler



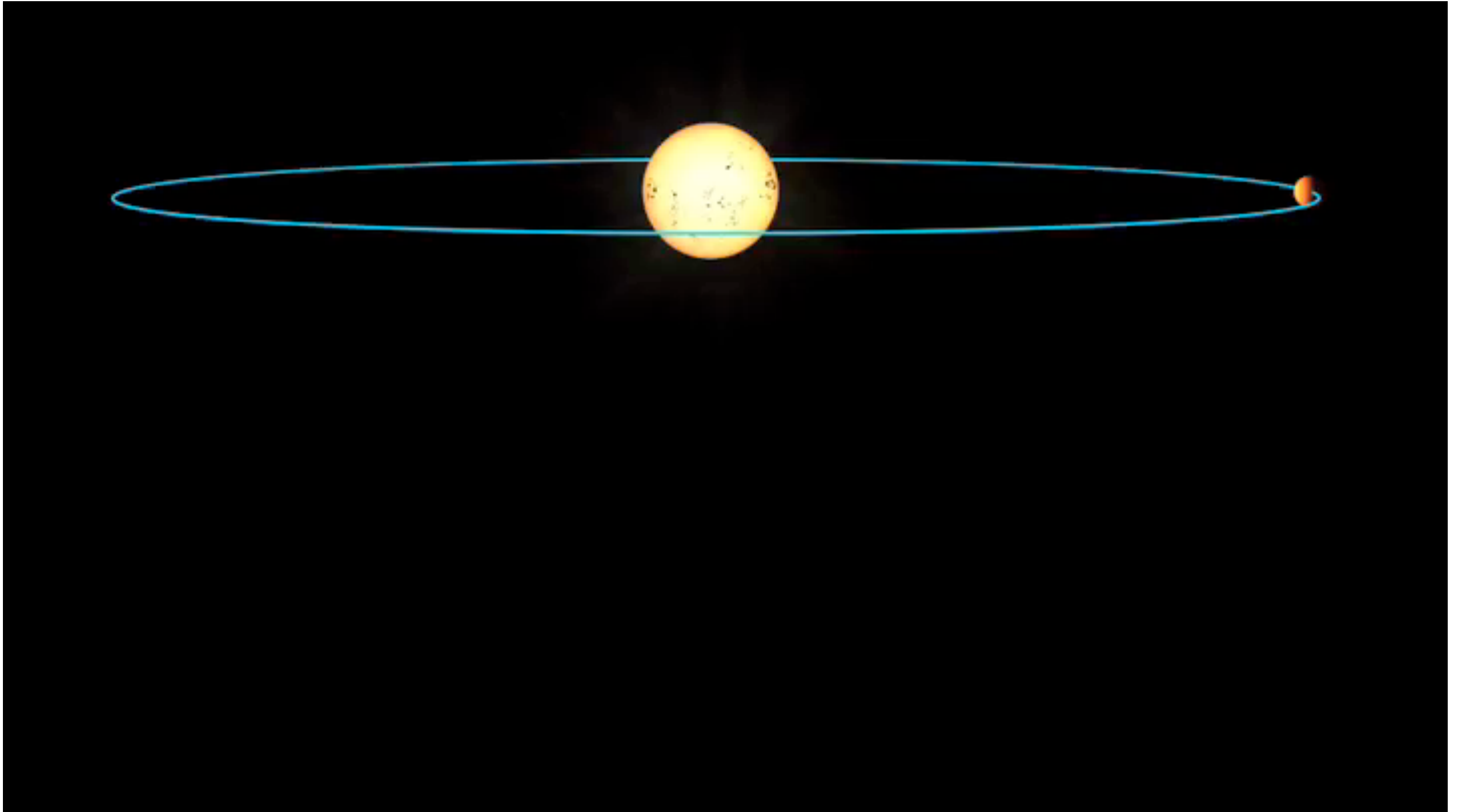
Transito planetario: la missione Kepler



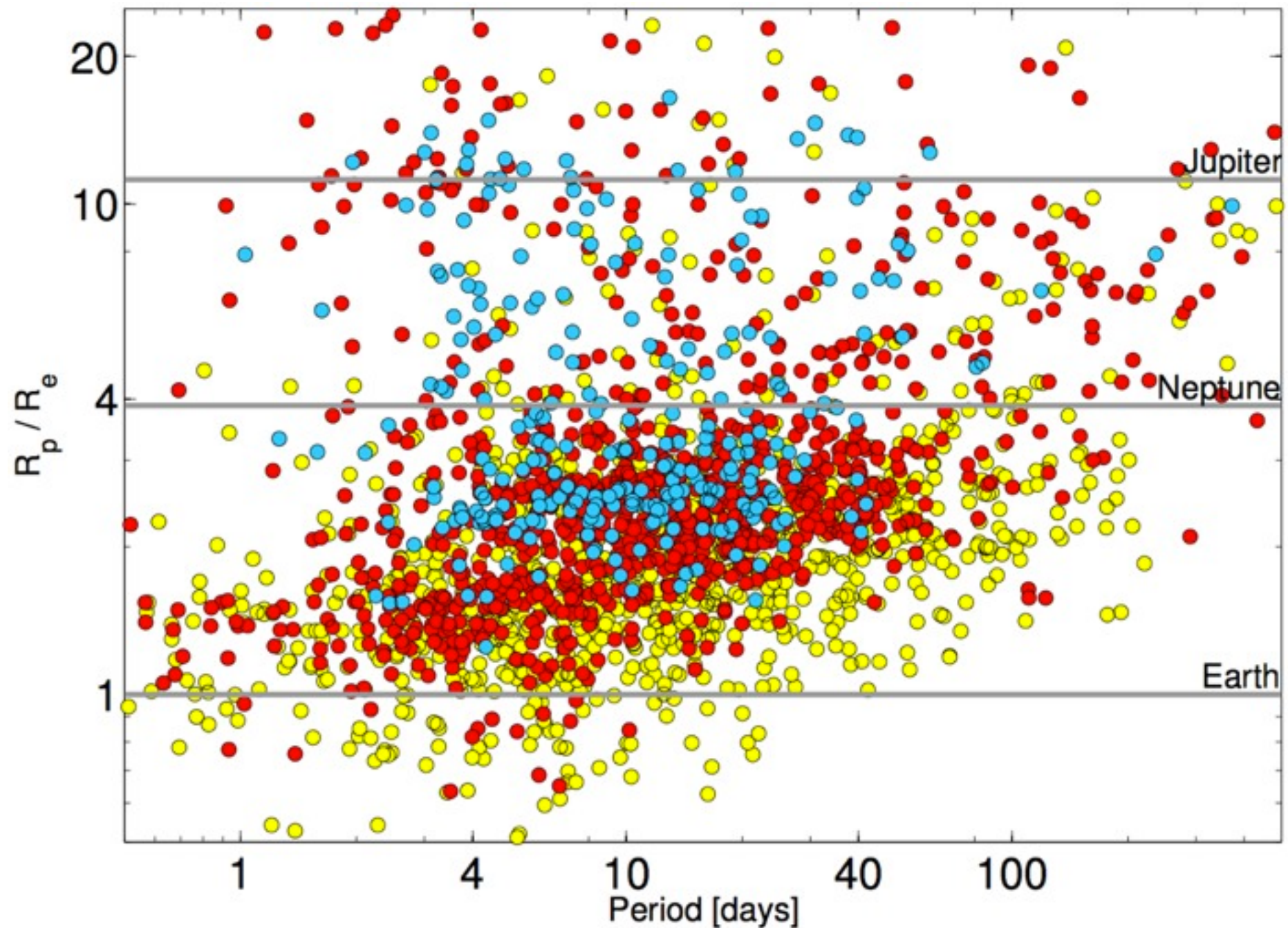
Transito planetario: la missione Kepler

Transito planetario: la missione Kepler

Transito planetario: la missione Kepler

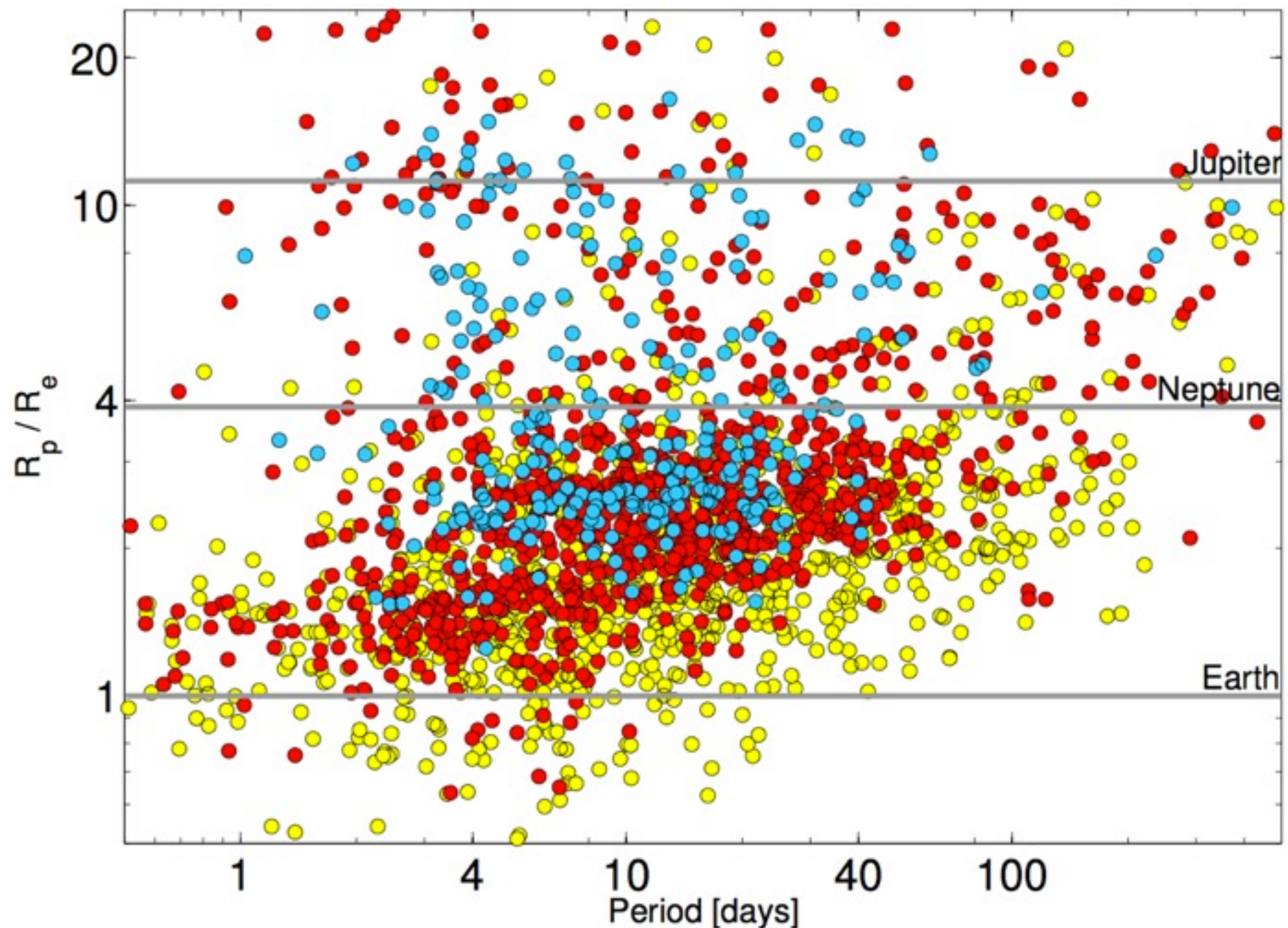


Transito planetario: la missione Kepler



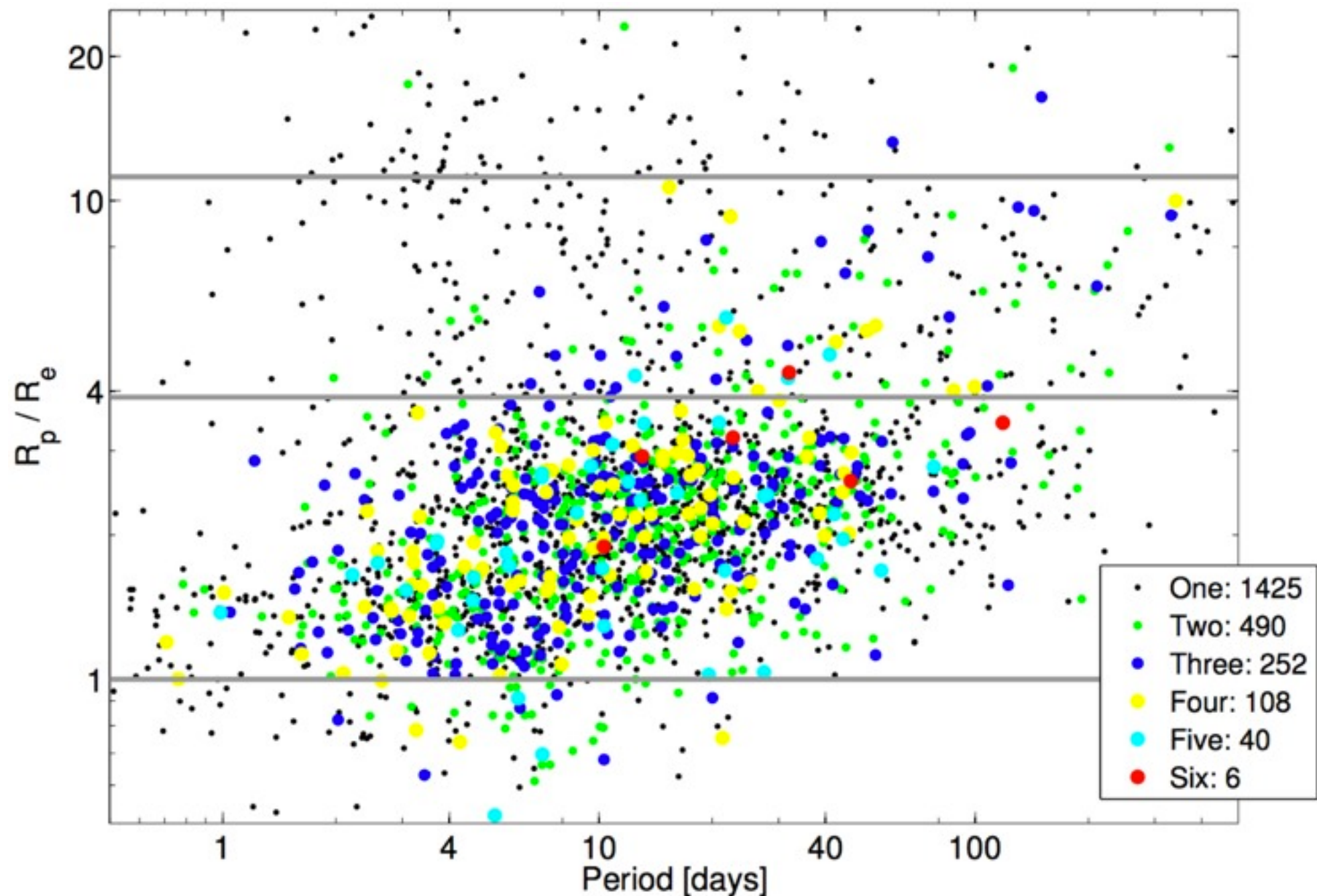
Transito planetario: la missione Kepler

- 61 casi confermati - più di 2300 candidati



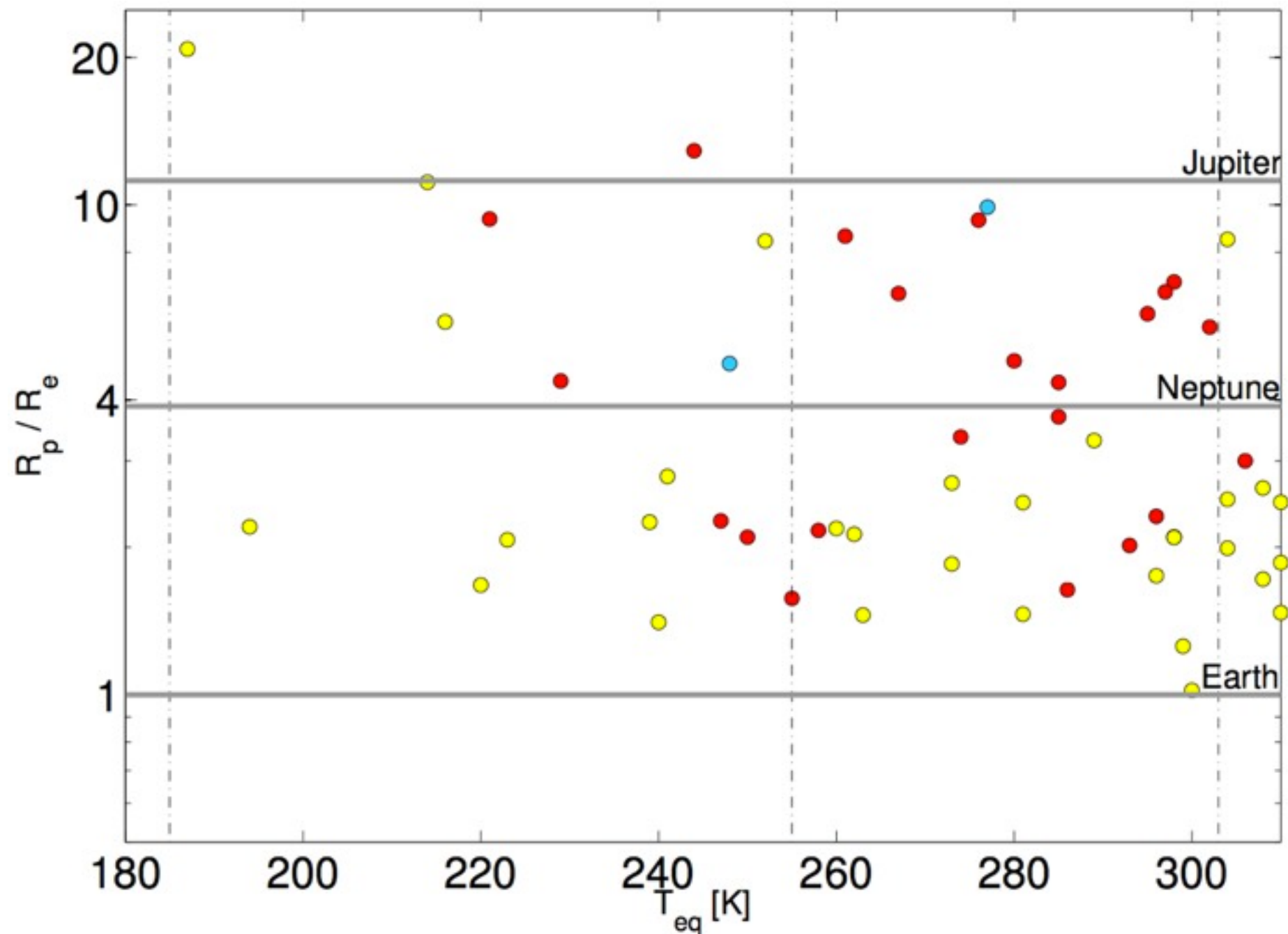
Transito planetario: la missione Kepler

- 61 casi confermati - più di 2300 candidati



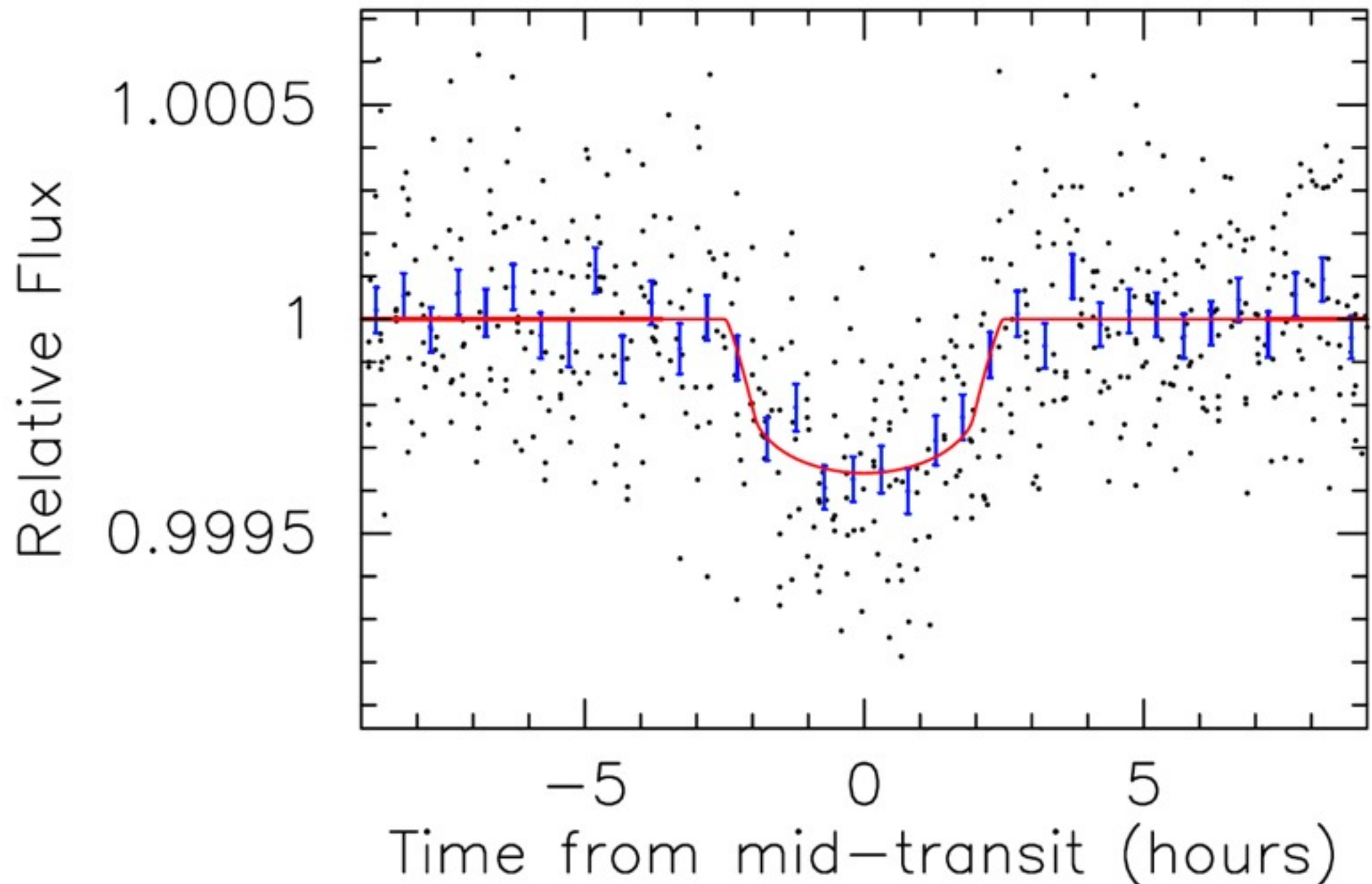
Transito planetario: la missione Kepler

- 61 casi confermati - più di 2300 candidati

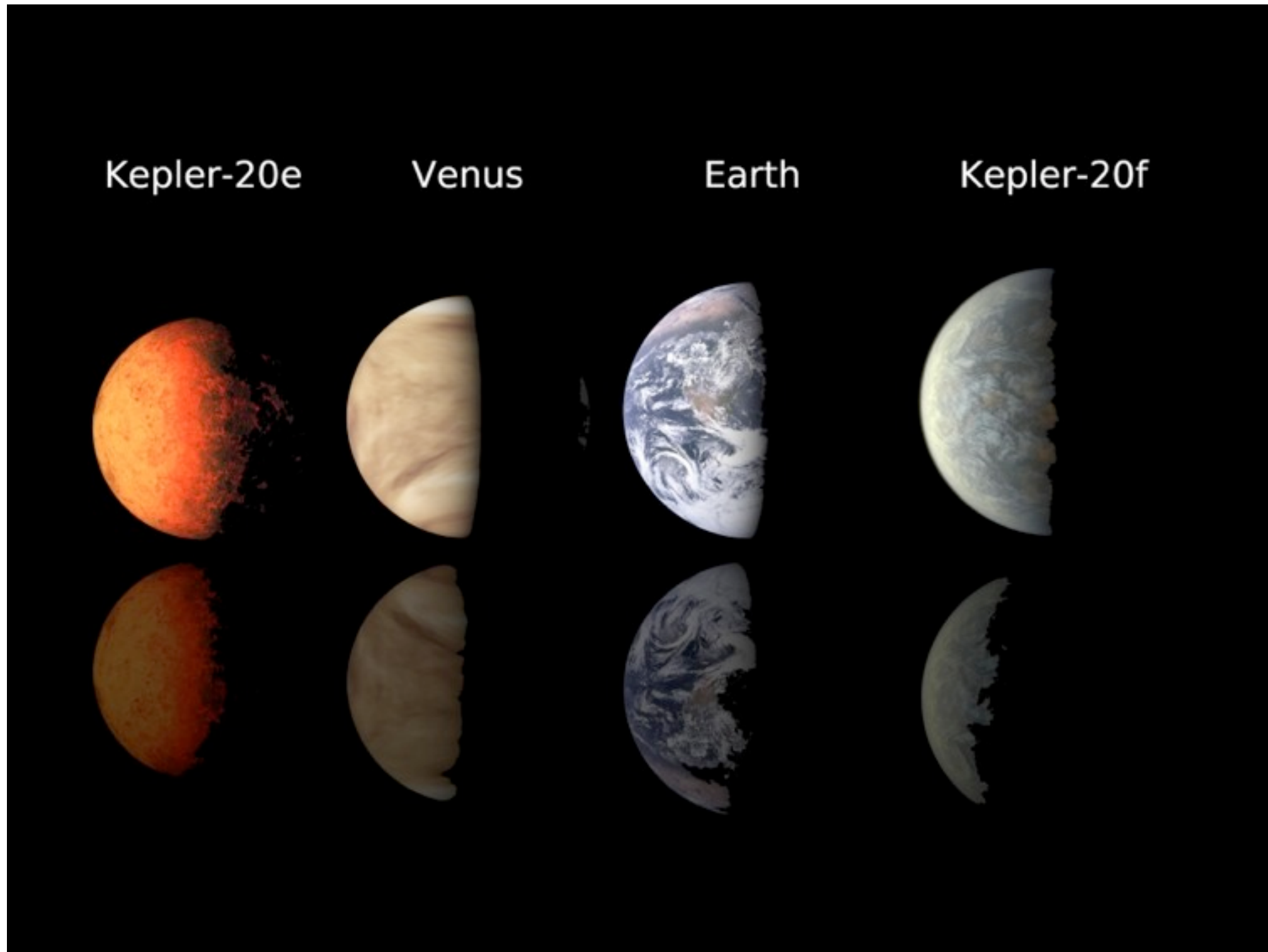


Transito planetario: la missione Kepler

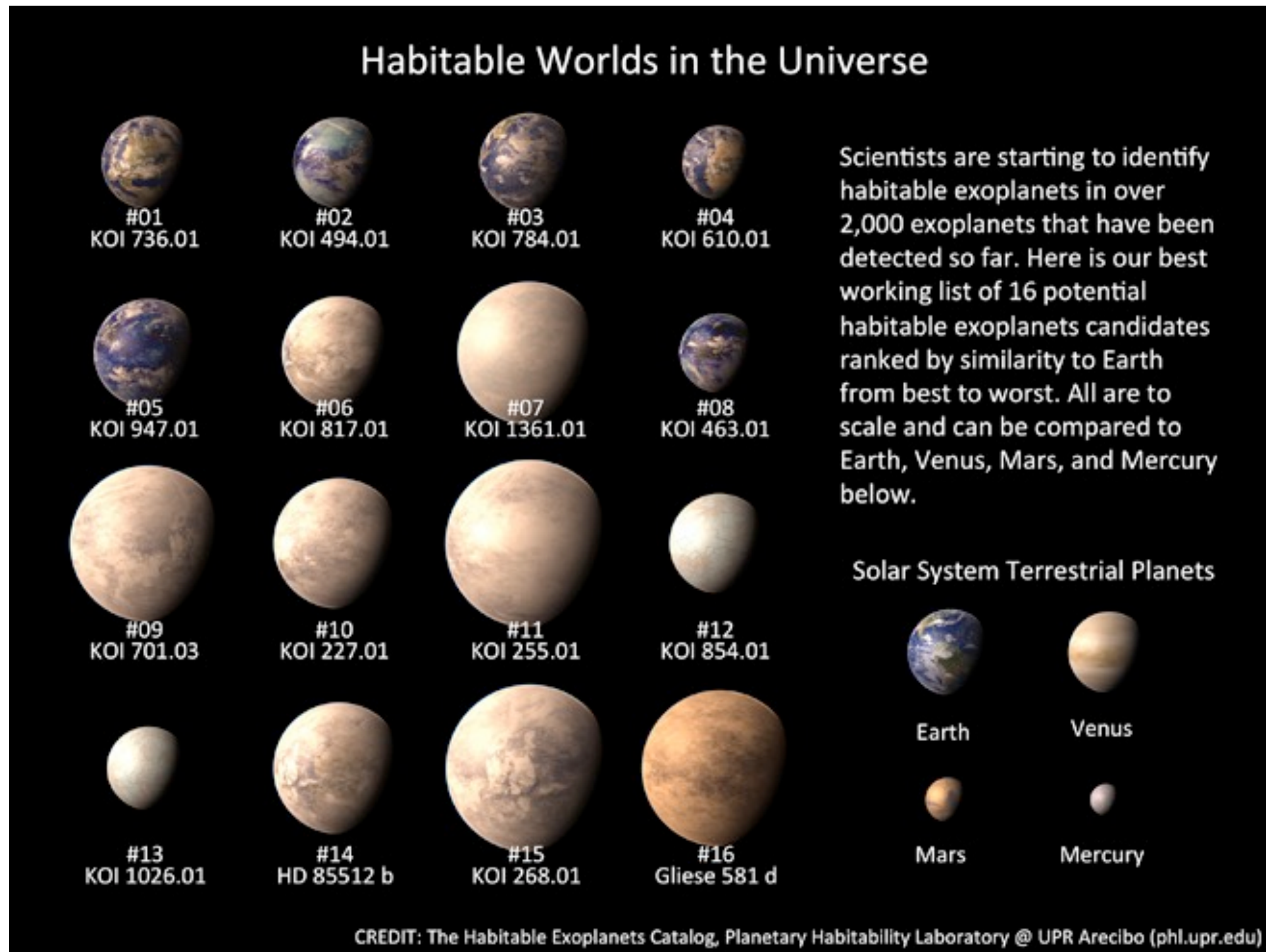
- 61 casi confermati - più di 2300 candidati



Transito planetario: la missione Kepler



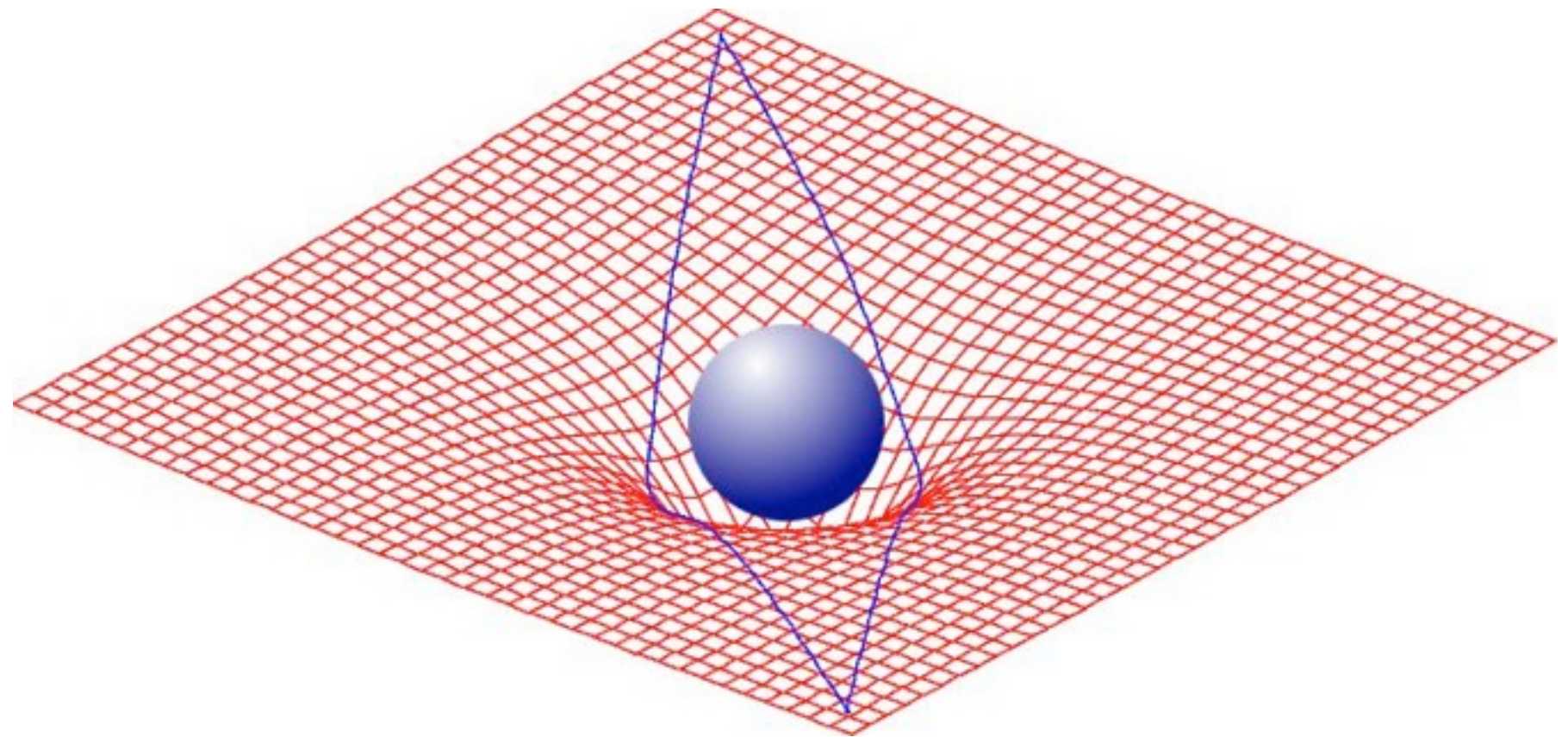
Transito planetario: la missione Kepler



Transito planetario: la missione Kepler



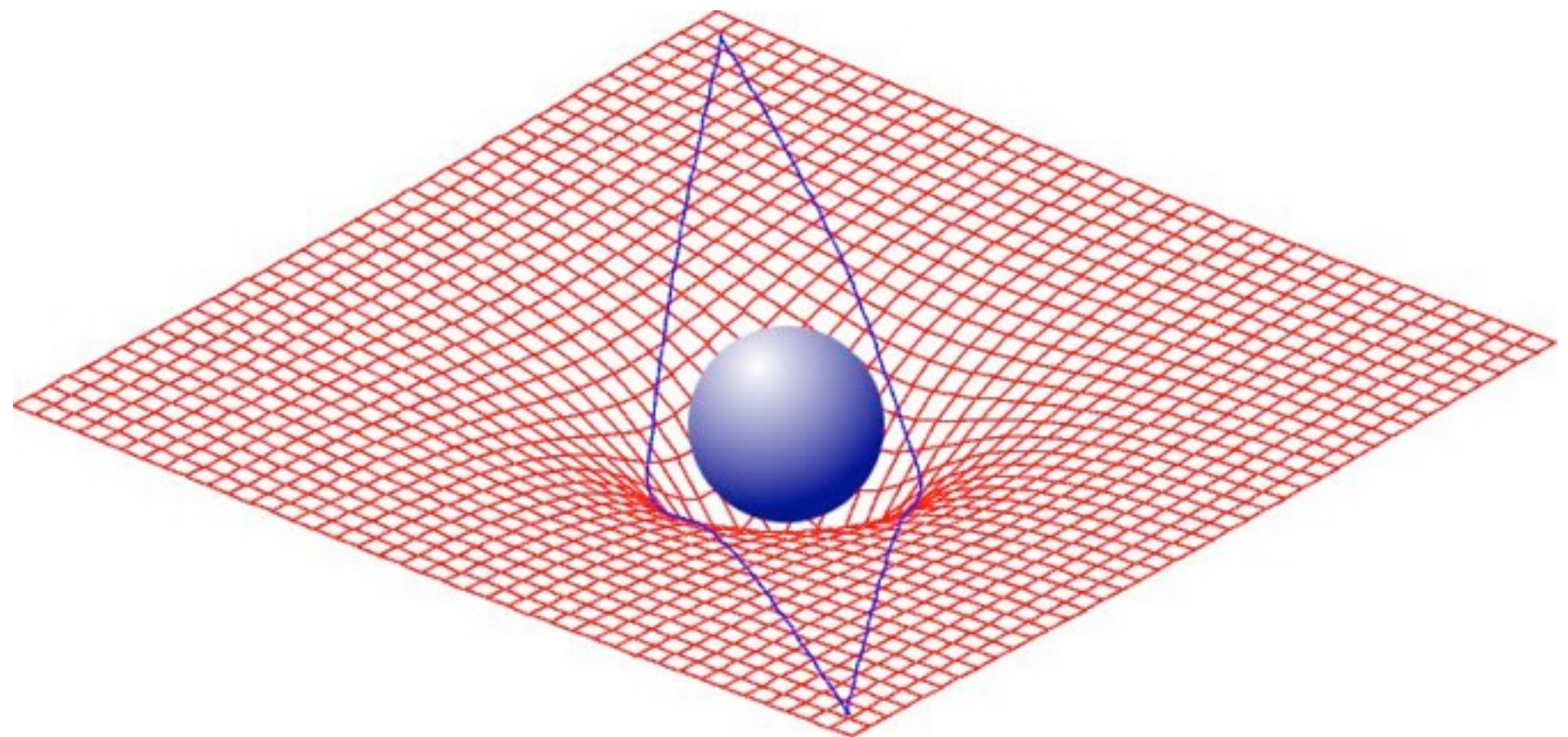
Metodo della lente gravitazionale



Metodo della lente gravitazionale

Fenomeno di lente gravitazionale:

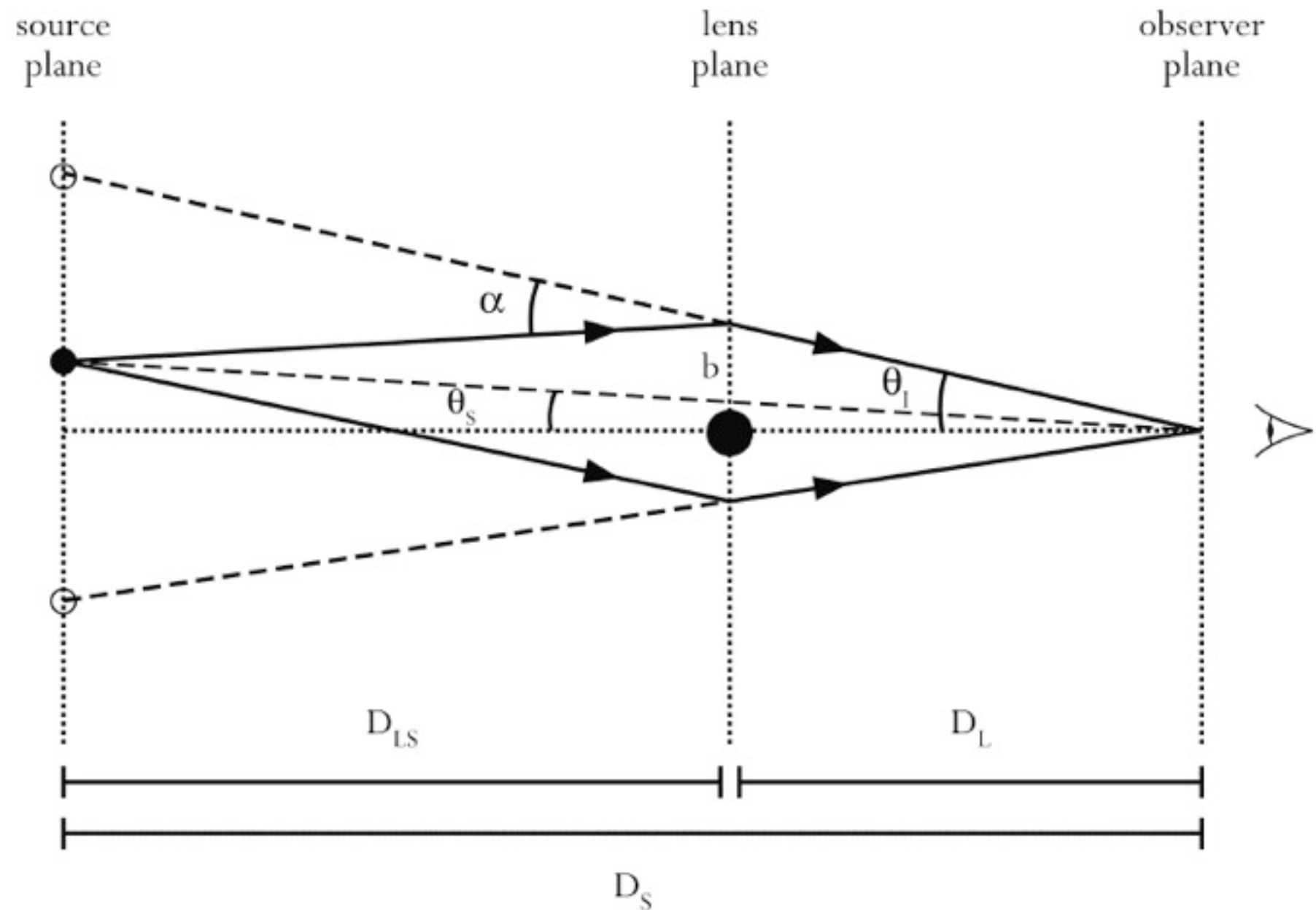
Micro-lensing



Metodo della lente gravitazionale

Fenomeno di lente gravitazionale:

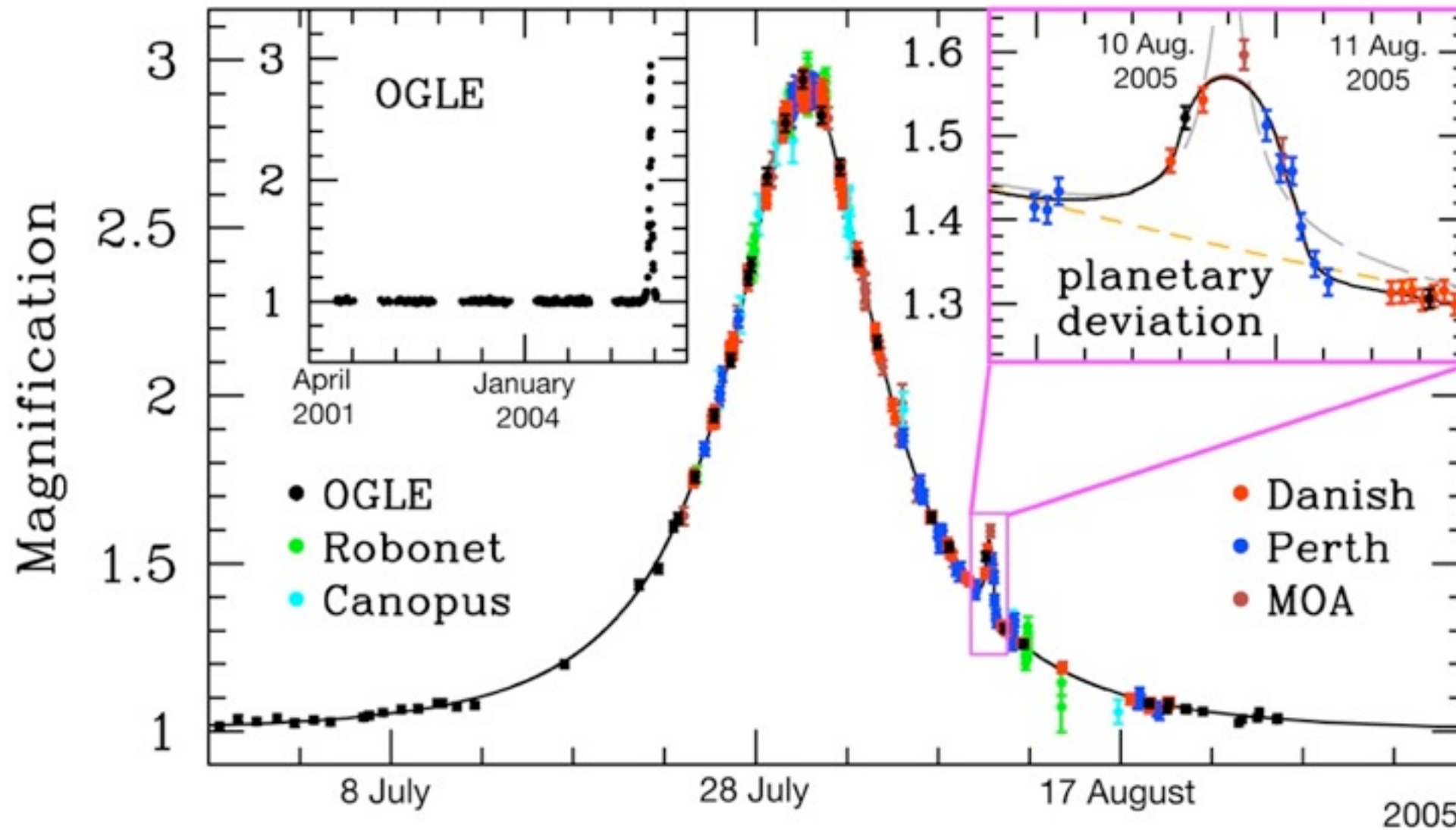
Micro-lensing



Metodo della lente gravitazionale



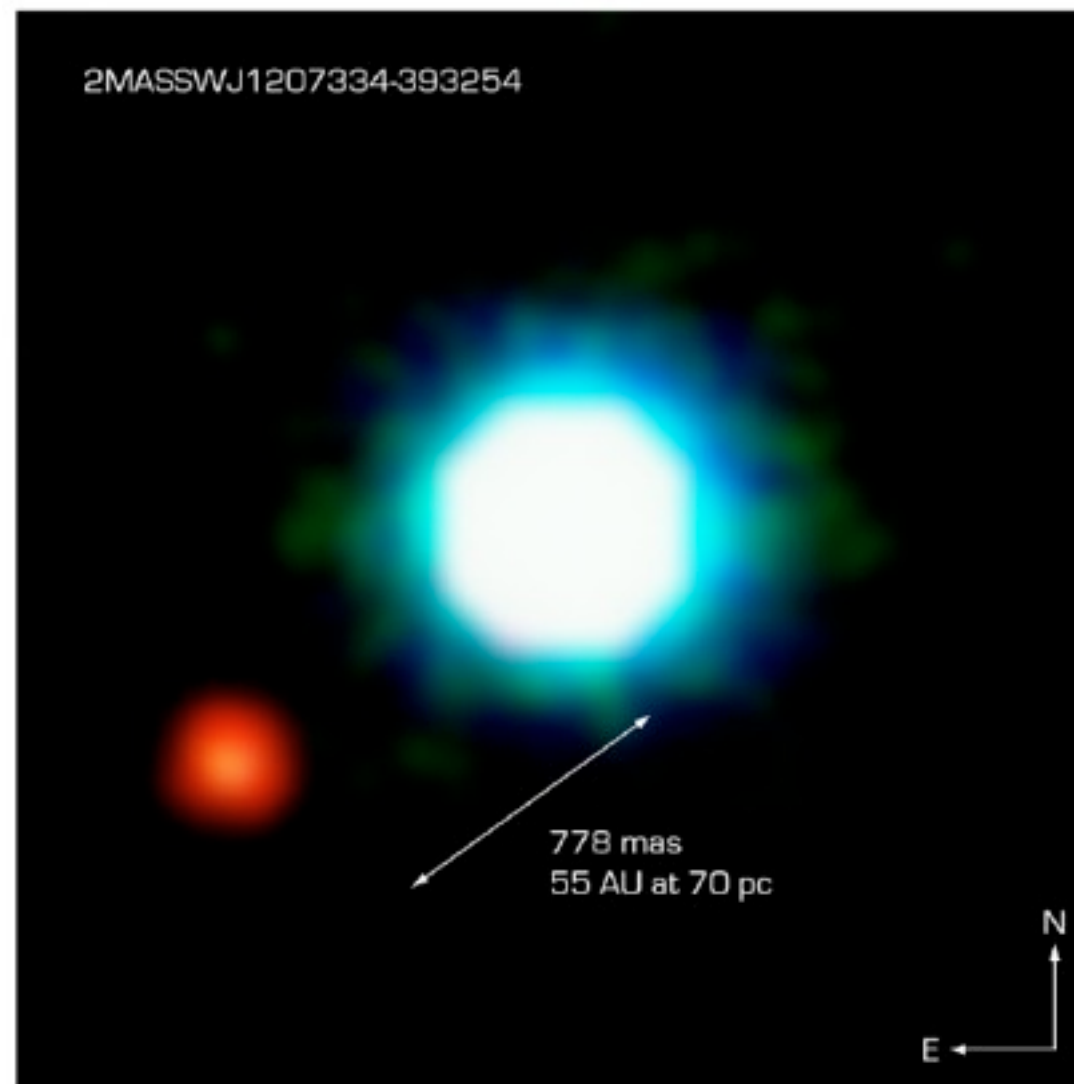
Metodo della lente gravitazionale



Light Curve of OGLE-2005-BLG-390

Metodo di osservazione diretta

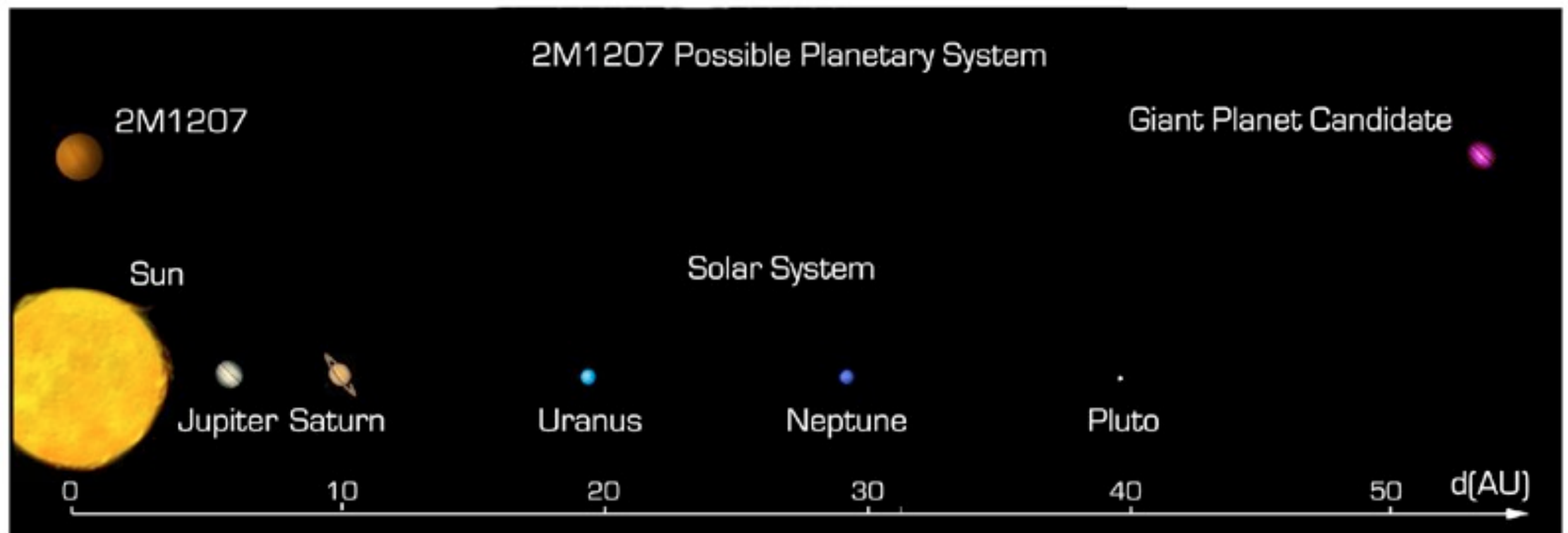
Vedere il pianeta direttamente:
Casi eccezionali



NACO Image of the Brown Dwarf Object 2M1207 and GPCC

Metodo di osservazione diretta

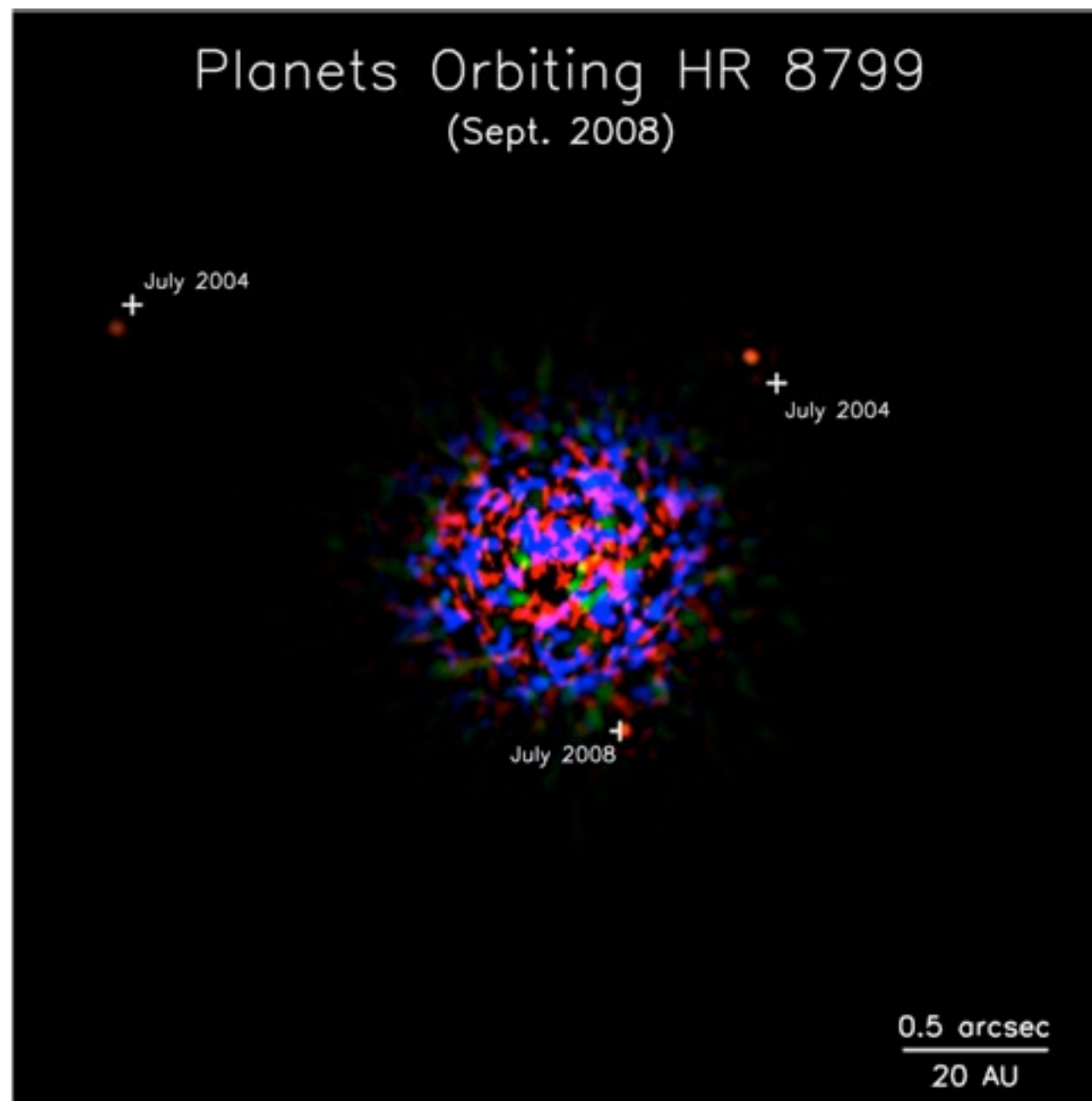
Vedere il pianeta direttamente:
Casi eccezionali



Comparison between the possible 2M1207 System and the Solar System

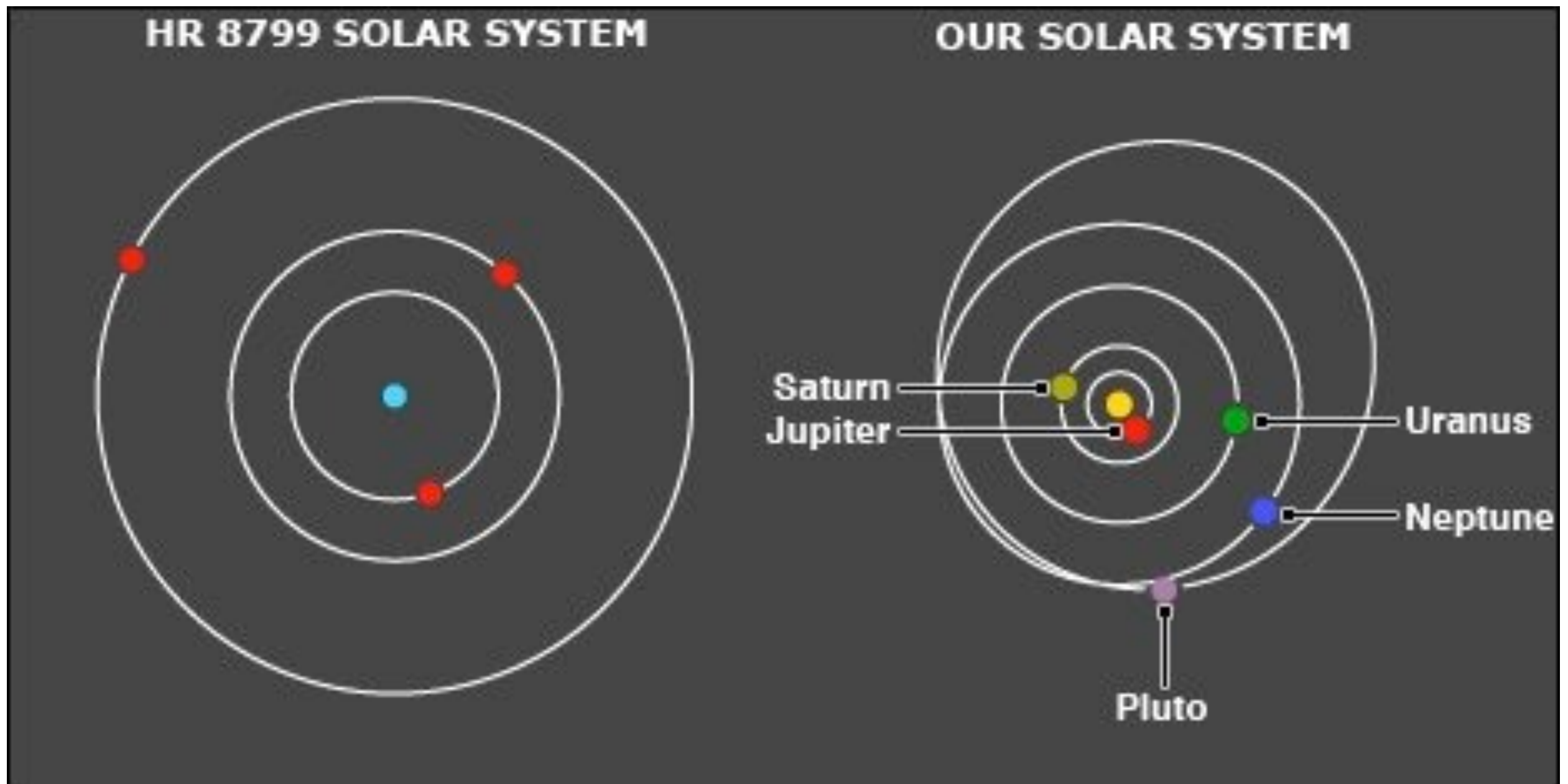
Metodo di osservazione diretta

Vedere il pianeta direttamente:
Casi eccezionali



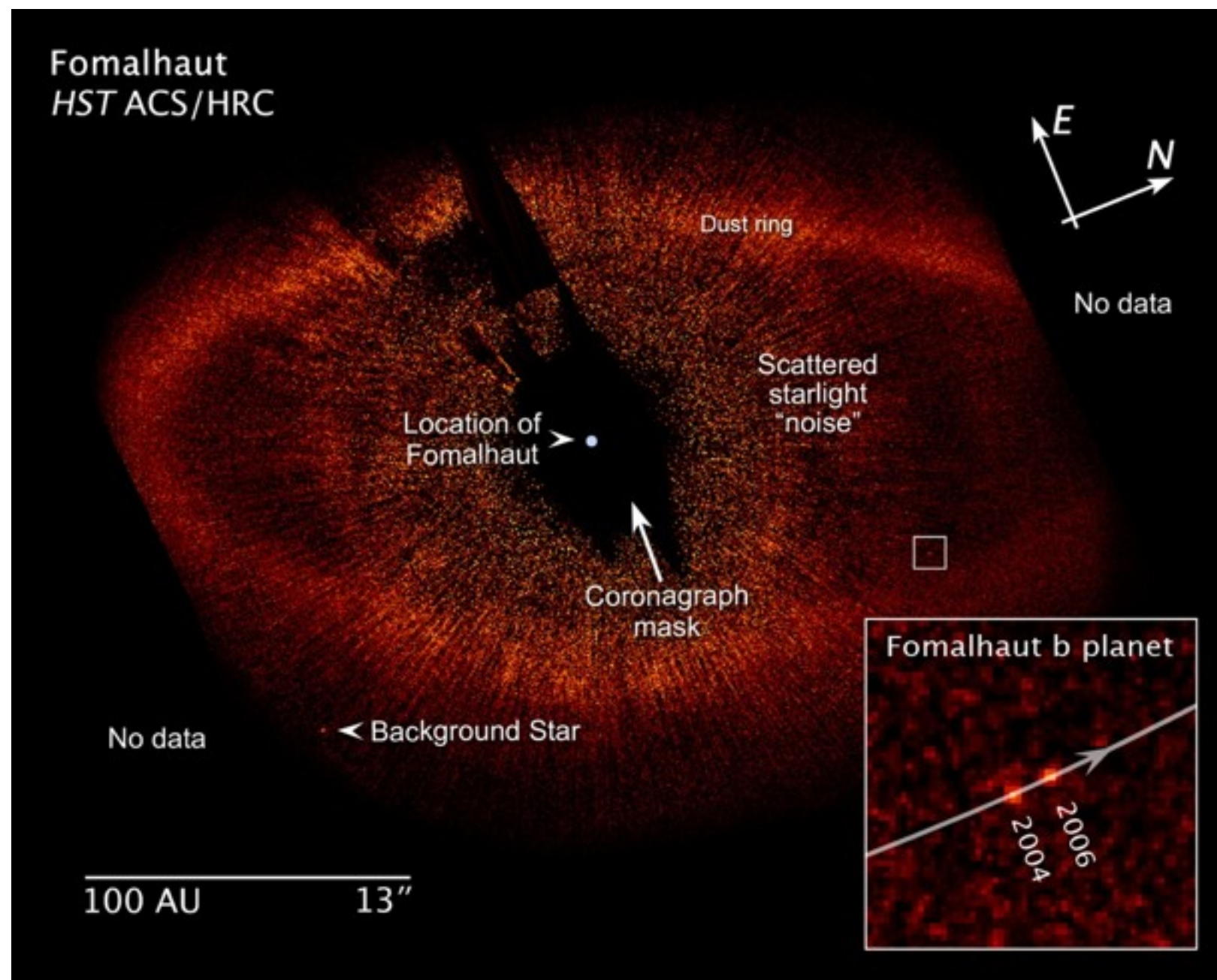
Metodo di osservazione diretta

Vedere il pianeta direttamente:
Casi eccezionali



Metodo di osservazione diretta

Vedere il pianeta direttamente:
Casi eccezionali



Come trovare “Terre” ?

Come trovare “Terre” ?

- Biofirme nell'atmosfera

Come trovare “Terre” ?

- Biofirme nell'atmosfera
- Sulla Terra, le batterie fotosintetiche erano presenti 3/4 del tempo

Come trovare “Terre” ?

- Biofirme nell'atmosfera
- Sulla Terra, le batterie fotosintetiche erano presenti 3/4 del tempo
- Marte troppo piccola, cerchiamo (0.75 - 4 Earth mass), nella zona abitabile, su orbite circolari

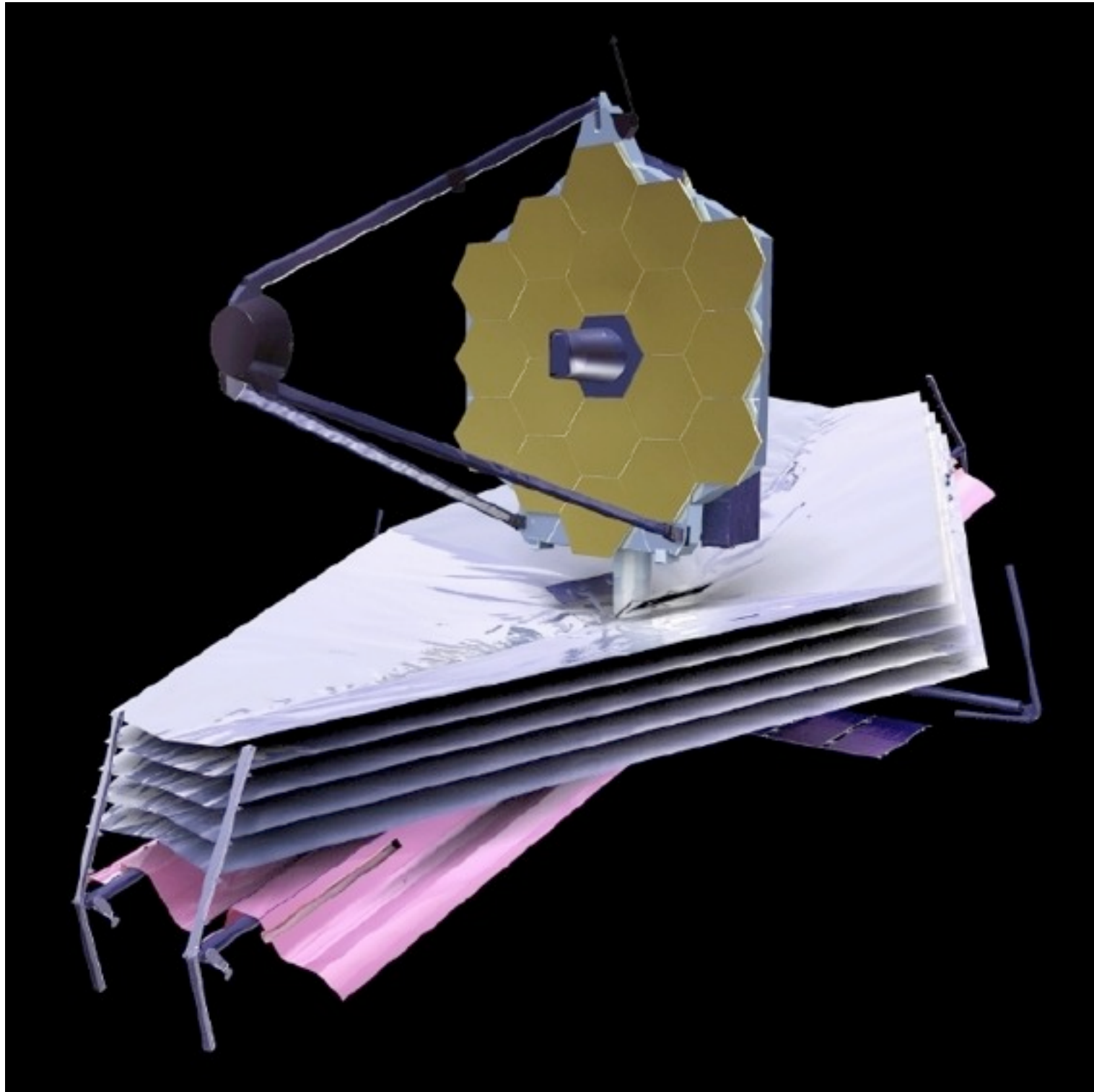
Come trovare “Terre” ?

- Biofirme nell’atmosfera
- Sulla Terra, le batterie fotosintetiche erano presenti 3/4 del tempo
- Marte troppo piccola, cerchiamo (0.75 - 4 Earth mass), nella zona abitabile, su orbite circolari
- Kepler trova mediamente: 1.6 pianeti per stella

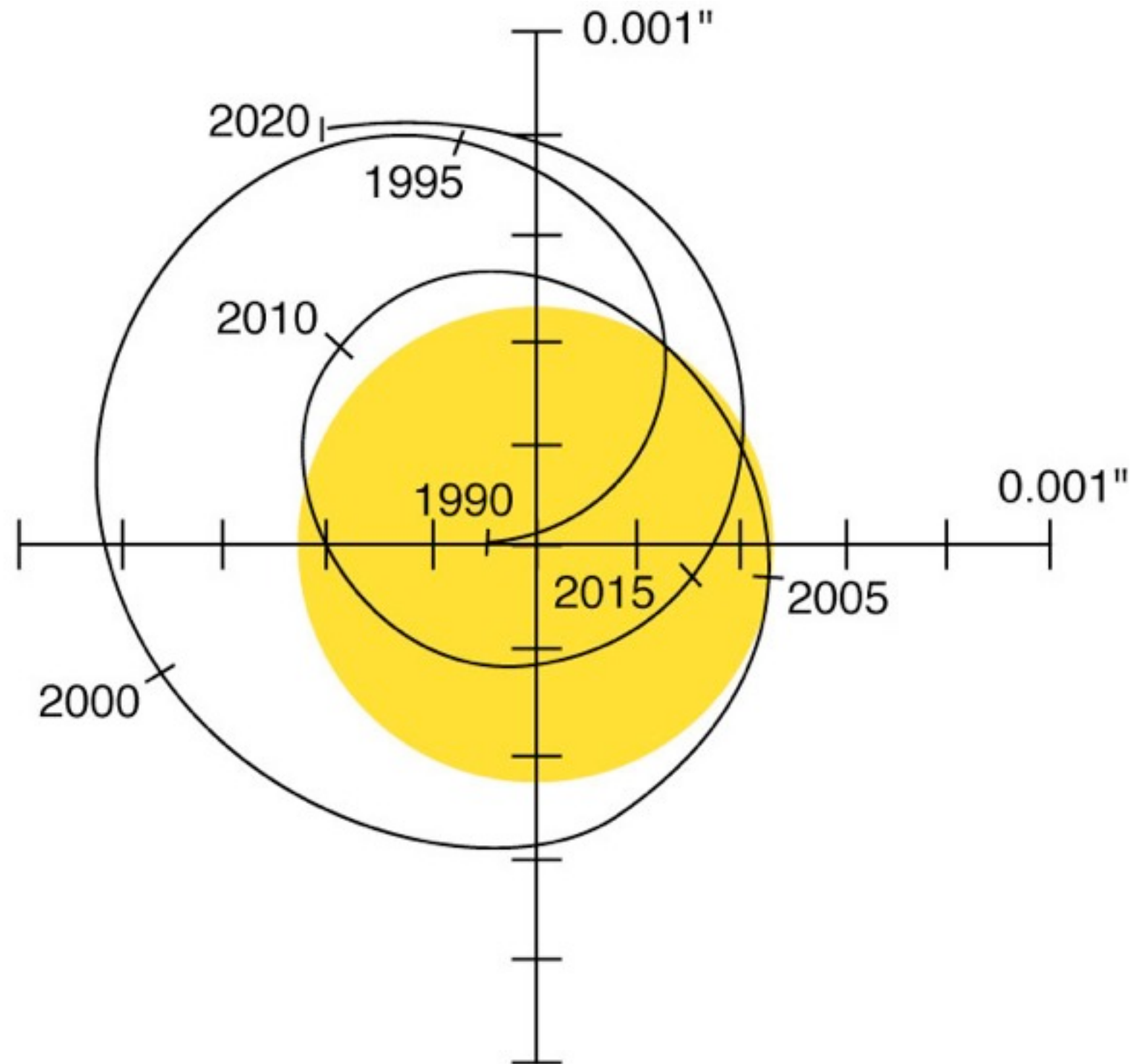
Il futuro della scoperta dei pianeti extra-solari



Il futuro della scoperta dei pianeti extra-solari



Il futuro della scoperta dei pianeti extra-solari



Che cosa abbiamo esplorato?



Vi tenta il viaggio ?

Vi tenta il viaggio ?

- 1 anno-luce = $9 \cdot 10^{12}$ km = 9000 miliardi di km !

Vi tenta il viaggio ?

- 1 anno-luce = $9 \cdot 10^{12}$ km = 9000 miliardi di km !
- Saturno è distante circa 1 ora-luce $\simeq$ 1 miliardo di km.

Vi tenta il viaggio ?

- 1 anno-luce = $9 \cdot 10^{12}$ km = 9000 miliardi di km !
- Saturno è distante circa 1 ora-luce $\simeq$ 1 miliardo di km.
- Con la tecnologia attuale (Cassini - Huygens) : 7 anni di viaggio.

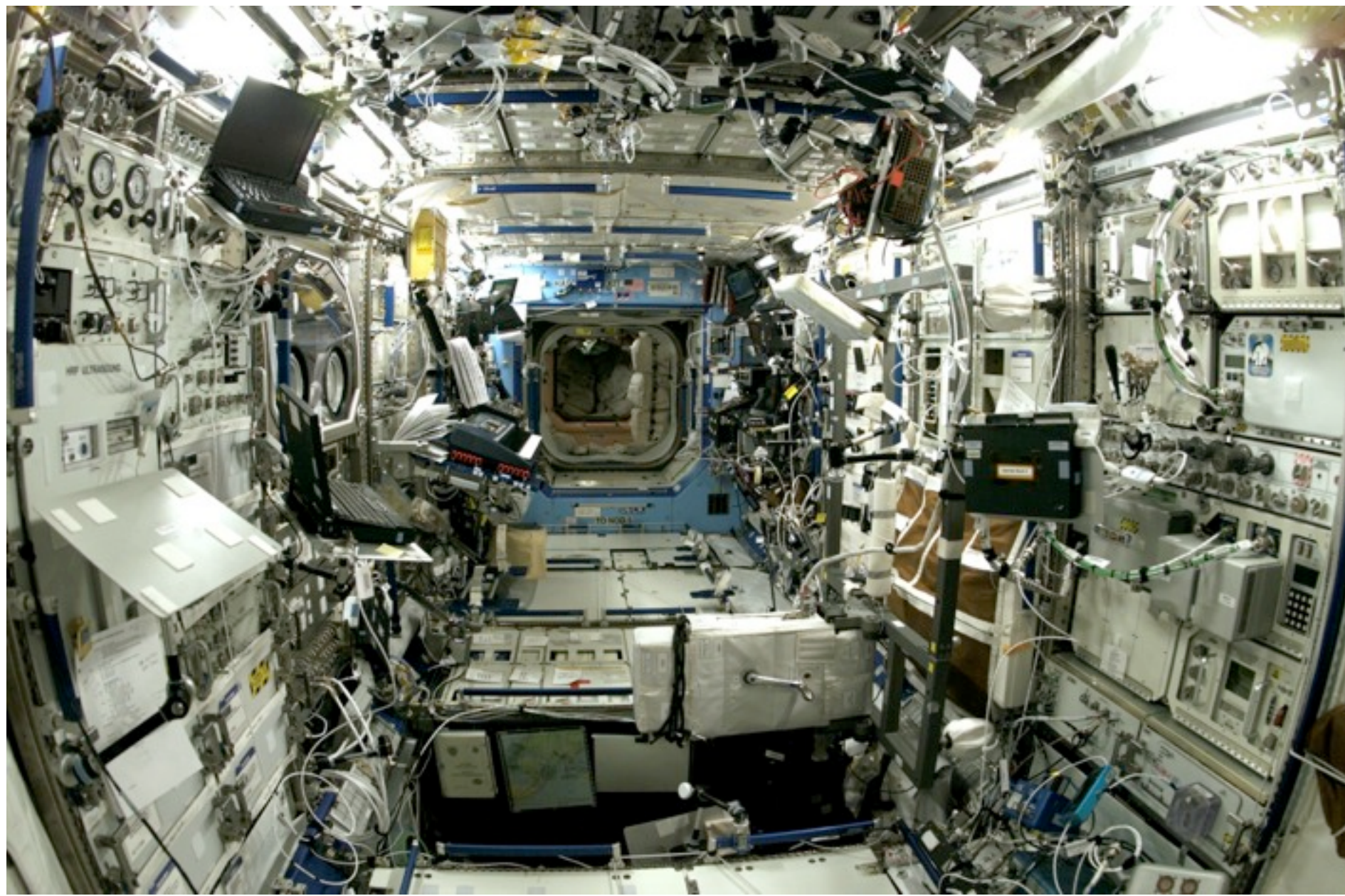
Vi tenta il viaggio ?

- 1 anno-luce = $9 \cdot 10^{12}$ km = 9000 miliardi di km !
- Saturno è distante circa 1 ora-luce $\simeq$ 1 miliardo di km.
- Con la tecnologia attuale (Cassini - Huygens) : 7 anni di viaggio.
- Proxima Centauri : 4 anni-luce $\simeq$ 35'000 ore-luce: 250'000 anni di viaggio.

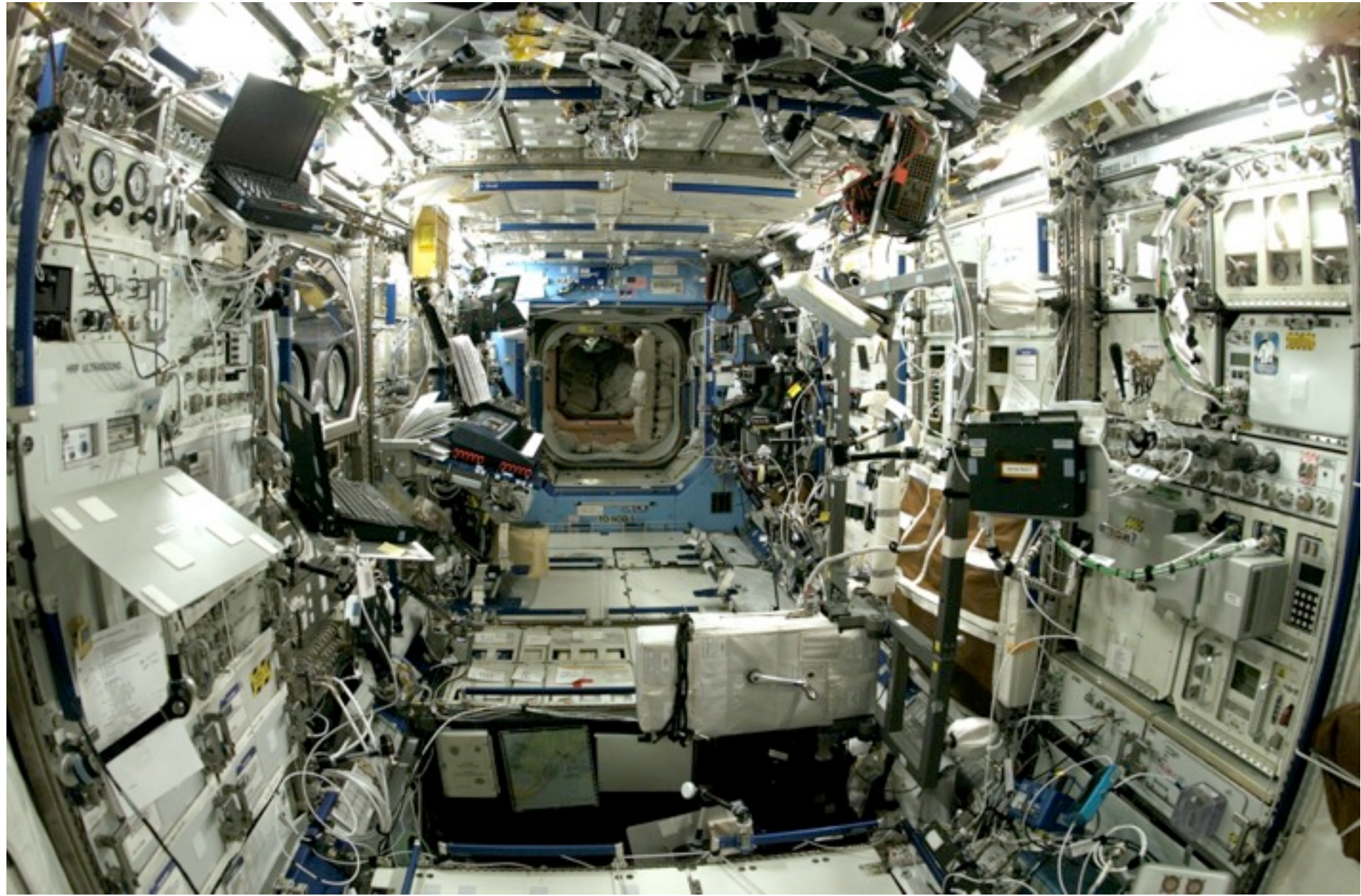
Vi tenta il viaggio ?

- 1 anno-luce = $9 \cdot 10^{12}$ km = 9000 miliardi di km !
- Saturno è distante circa 1 ora-luce $\simeq$ 1 miliardo di km.
- Con la tecnologia attuale (Cassini - Huygens) : 7 anni di viaggio.
- Proxima Centauri : 4 anni-luce $\simeq$ 35'000 ore-luce: 250'000 anni di viaggio.
- Più distante pianeta extrasolare : 300 anni-luce.

Vi tenta il viaggio ?



Vi tenta il viaggio ?



Vi tenta il viaggio ?



Vi tenta il viaggio ?



Vi tenta il viaggio ?

- Problemi muscolari: in 6 mesi nella ISS, 40% di capacità muscolare in meno



Vi tenta il viaggio ?

- Problemi muscolari: in 6 mesi nella ISS, 40% di capacità muscolare in meno
- Problemi psicologici.



La Terra è la nostra (unica) casa



La Terra è la nostra (unica) casa



Conclusioni

Conclusioni

- Il nostro sistema solare non è unico.

Conclusioni

- Il nostro sistema solare non è unico.
- Ci sono pianeti attorno a molte stelle.

Conclusioni

- Il nostro sistema solare non è unico.
- Ci sono pianeti attorno a molte stelle.
- Il numero di scoperte aumenta rapidamente.

Conclusioni

- Il nostro sistema solare non è unico.
- Ci sono pianeti attorno a molte stelle.
- Il numero di scoperte aumenta rapidamente.
- Effetti di selezione non favoriscono la scoperta di “Terre”, ma le scopriamo lo stesso.

Conclusioni

- Il nostro sistema solare non è unico.
- Ci sono pianeti attorno a molte stelle.
- Il numero di scoperte aumenta rapidamente.
- Effetti di selezione non favoriscono la scoperta di “Terre”, ma le scopriamo lo stesso.
- Scopriamo Terre e Super-Terre nella zona abitabile.

Grazie dell'attenzione

