



# Exoplanets: fascinating new worlds

***Dipartimento di Fisica, UNITO***

**Prof. Matteo Brogi**

**Prof. Davide Gandolfi**

***Osservatorio Astrofisico di Torino, INAF***

**Dr. Alessandro Sozzetti**

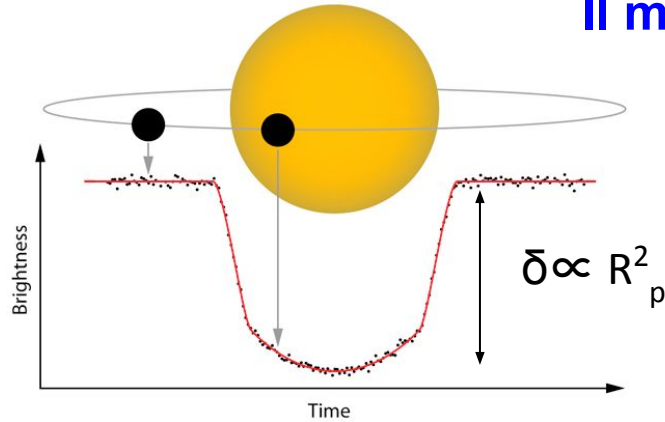
**Dr. Aldo Bonomo**

**Dr. Paolo Giacobbe**

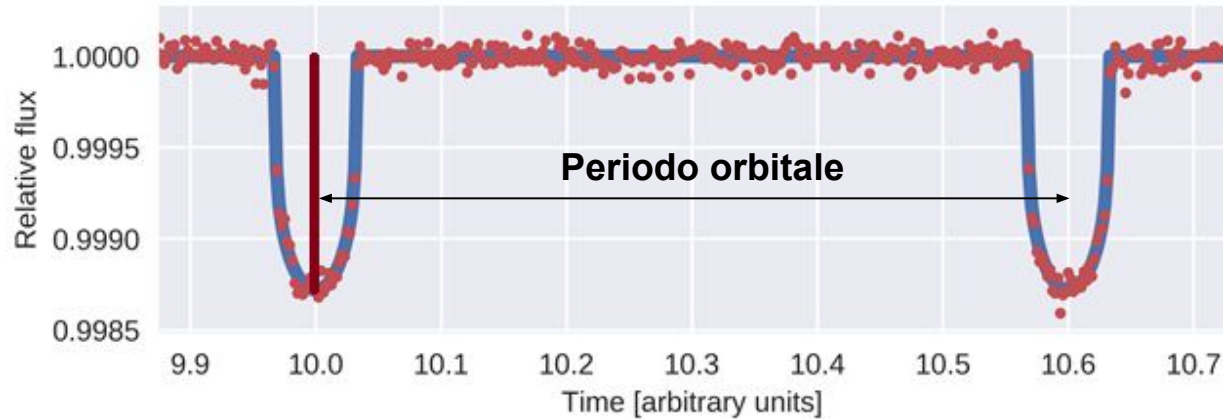
**Dr. Mario Damasso**

# Rilevazione e determinazione dei parametri fondamentali degli esopianeti

## Il metodo dei transiti

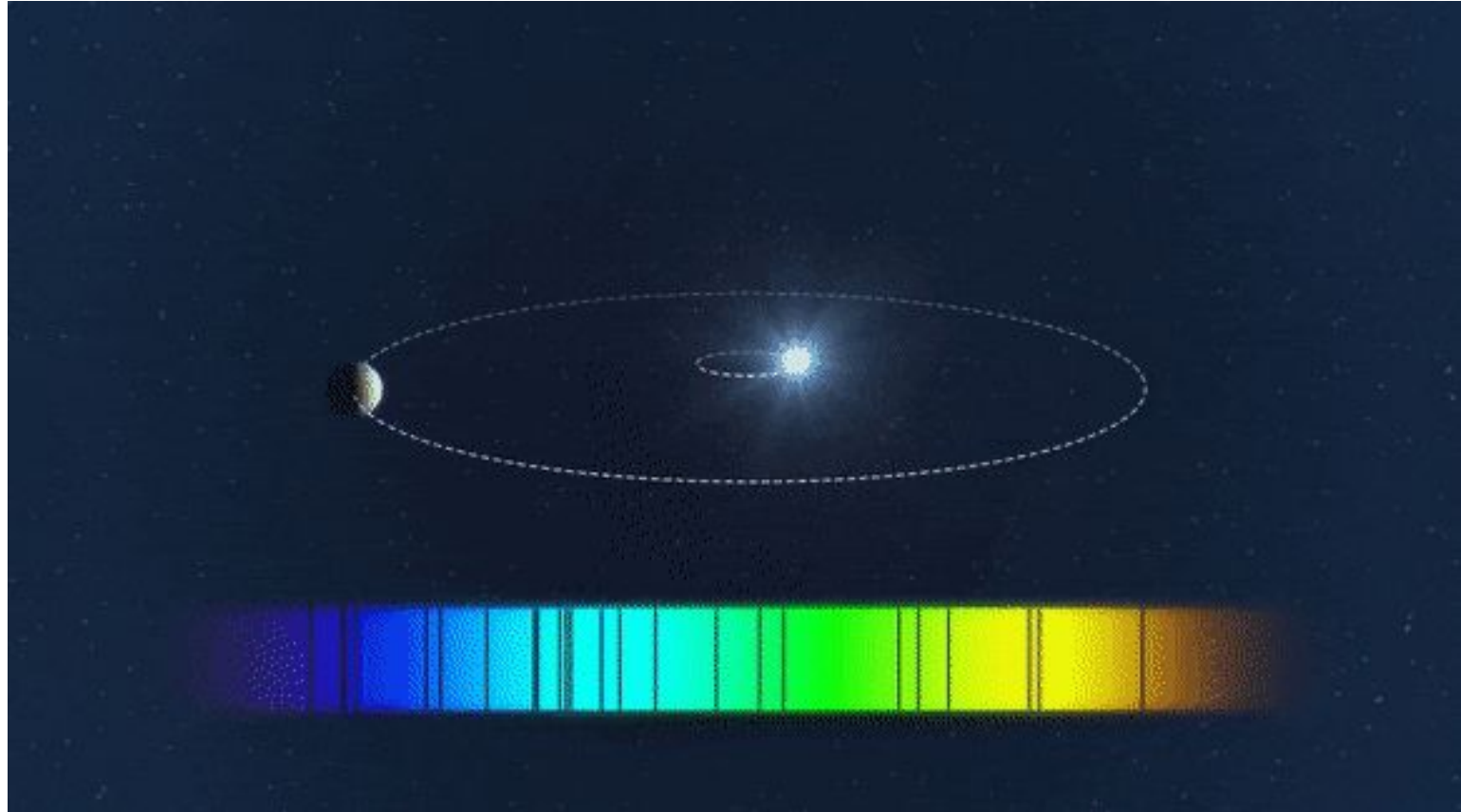


La profondità di un transito è proporzionale al raggio al quadrato del pianeta  $(R_p)^2$



# Rilevazione e determinazione dei parametri fondamentali degli esopianeti

## Il metodo Doppler

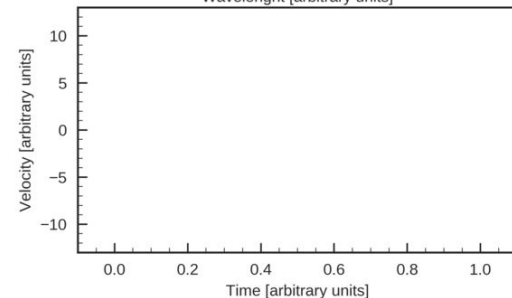
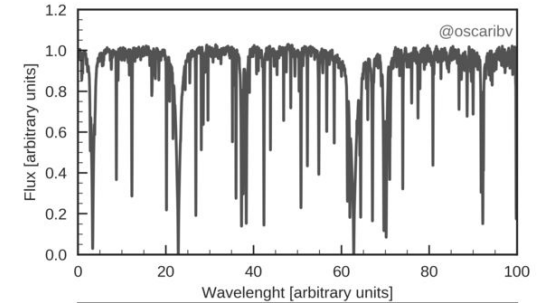
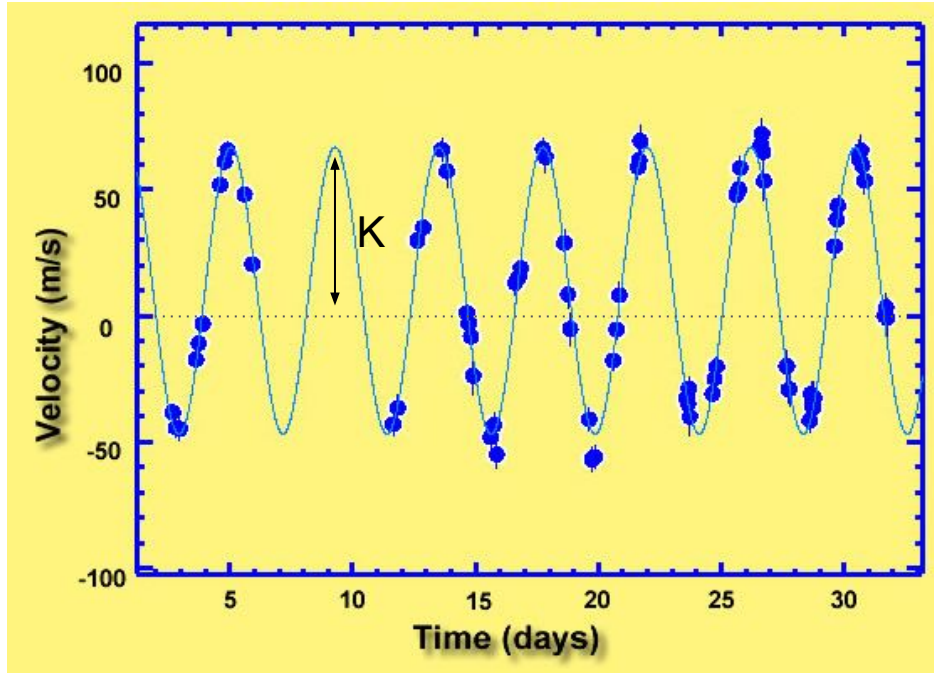


# Rilevazione e determinazione dei parametri fondamentali degli esopianeti

## Il metodo dei transiti

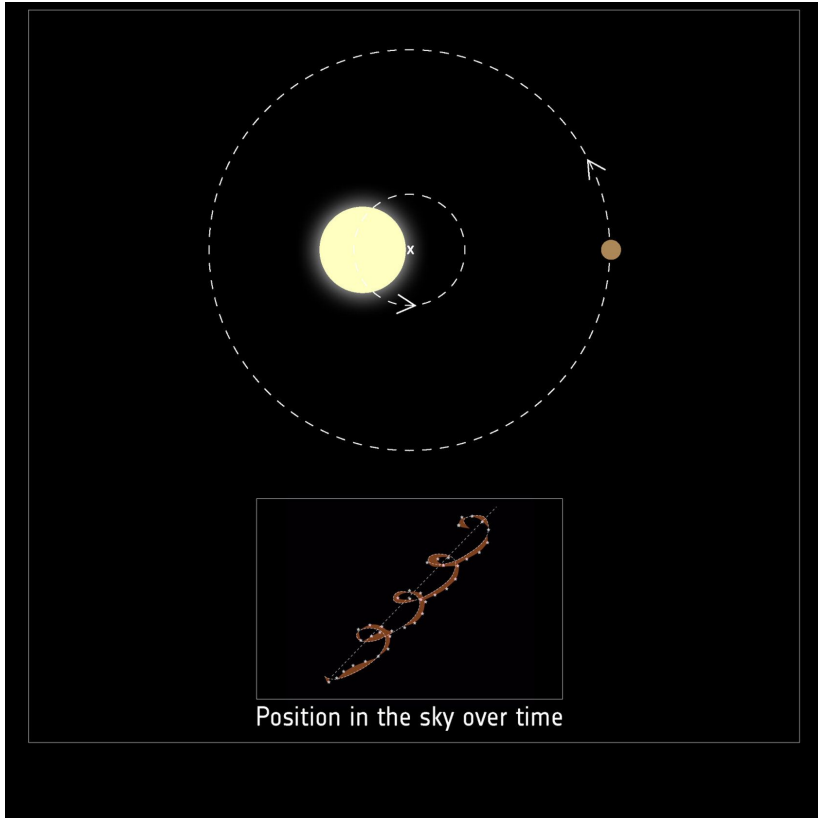
La semi-ampiezza  $K$  è proporzionale alla massa  $M_p$  del pianeta moltiplicata per il seno dell'angolo  $i$  di inclinazione dell'orbita:

$$K \propto M_p \sin i$$



# Rilevazione e determinazione dei parametri fondamentali degli esopianeti

## Il metodo astrometrico



### Parametri orbitali:

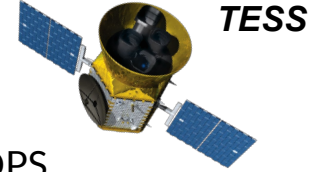
- Periodo orbitale
- Eccentricità
- Inclinazione

### Massa del pianeta

# Proprietà orbitali, fisiche, e demografiche degli esopianeti

## Possibili argomenti di tesi di laurea triennale e magistrale:

- Rivelazione di nuovi pianeti combinando dati presi con telescopi spaziali (TESS, CHEOPS, Gaia) e spettroscopia ad alta risoluzione acquisita da terra (HARPS, HARPS-N, ESPRESSO).
- Determinazione dei parametri fondamentali (massa, raggio, densità media) e studio della struttura interna dei pianeti usando dati provenienti da telescopi spaziali (TESS, Gaia, CHEOPS) e spettroscopia ad alta risoluzione (HARPS, HARPS-N, ESPRESSO)
- Impatto dell'attività magnetica della stella sulla capacità di rivelare un pianeta e di determinare i suoi parametri fondamentali (massa, raggio, etc).
- Frequenze e architetture dei sistemi planetari, e connessioni con i modelli di formazione/migrazione.



**TESS**



**CHEOPS**

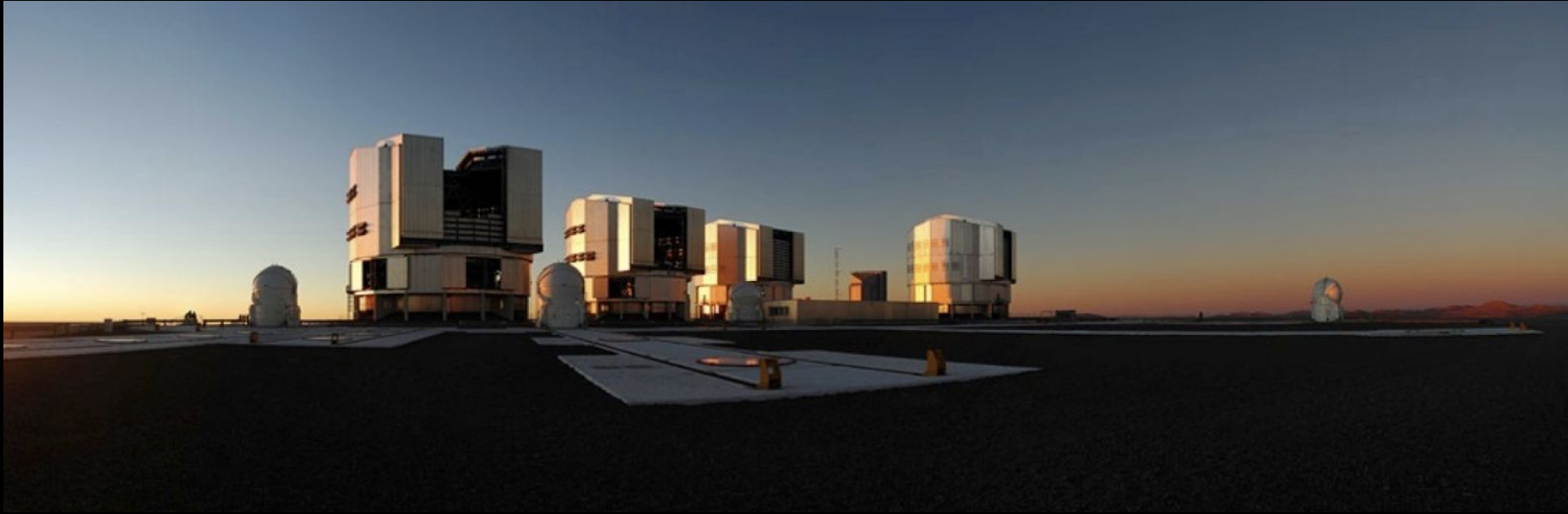


**gaia**



**HARPS**

# *Spettroscopia di atmosfere esoplanetarie ad alta risoluzione, nell'infrarosso*



*Analisi e interpretazione dati di telescopi terrestri (VLT, TNG, Gemini, CAHA)*

## *Il Telescopio Nazionale Galileo (TNG)*



## *Il Telescopio da 3.6 m dell'ESO*



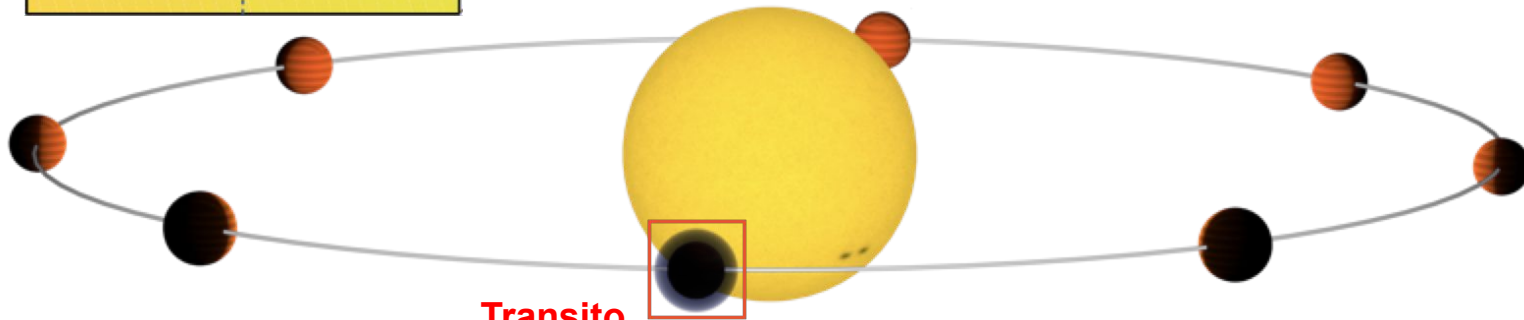
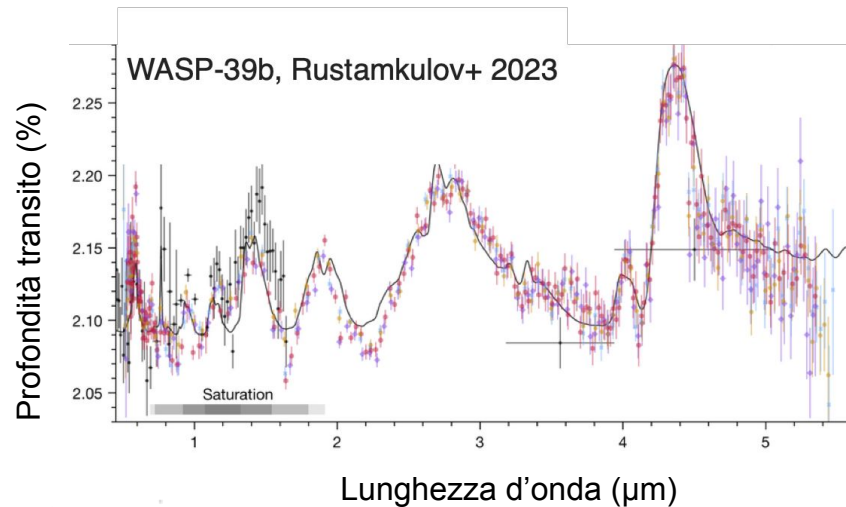
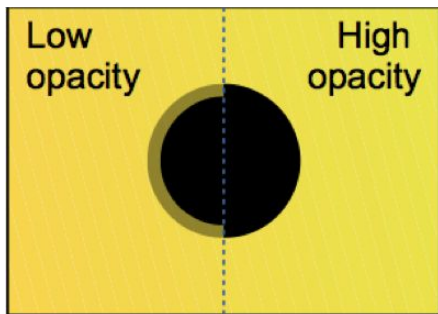
*Spettroscopia ad altissima risoluzione sia nell'ottico (HARPS/HARPS-N)  
che nell'infrarosso (NIRPS/GIANO)*

*UNITO / OATo hanno a disposizione dati proprietari*



# Spettroscopia di trasmissione

Una misura del raggio planetario in funzione della lunghezza d'onda

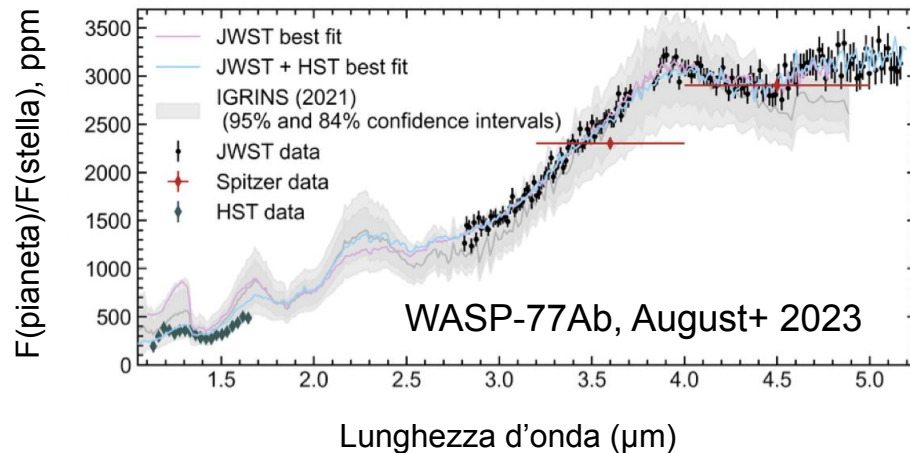
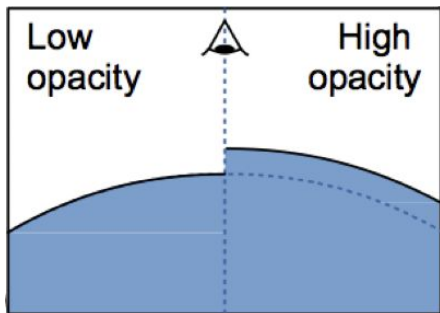


**Transito**

Eccesso di luce stellare occultata a causa dell'atmosfera planetaria (opaca)

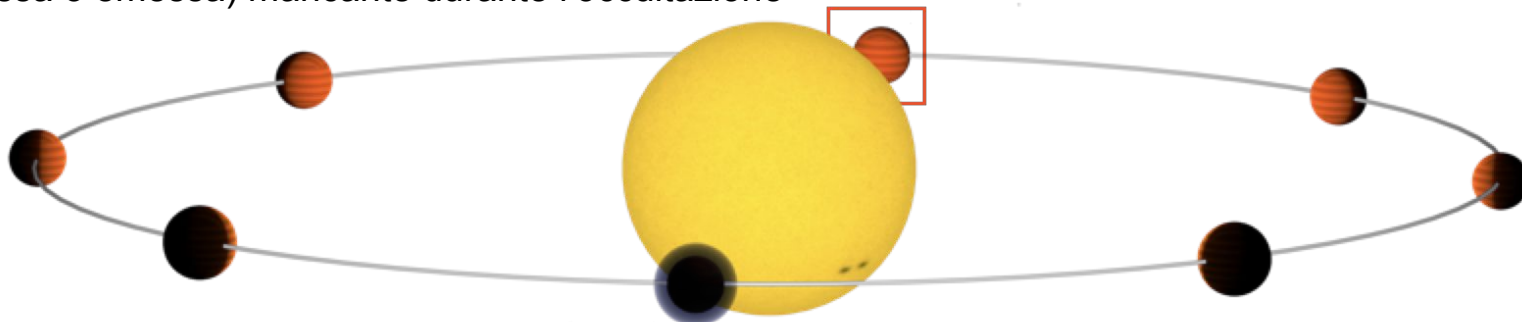
# Spettroscopia di emissione

Una misura del flusso planetario in funzione della lunghezza d'onda

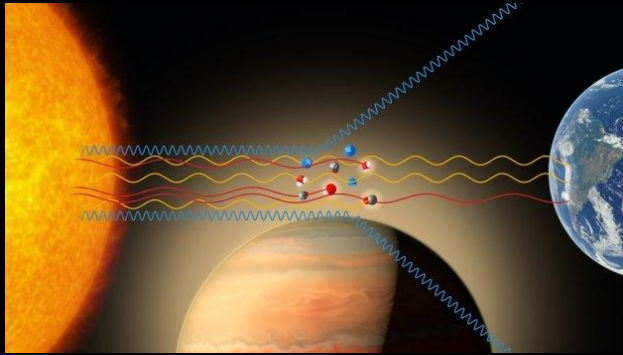


## Eclisse

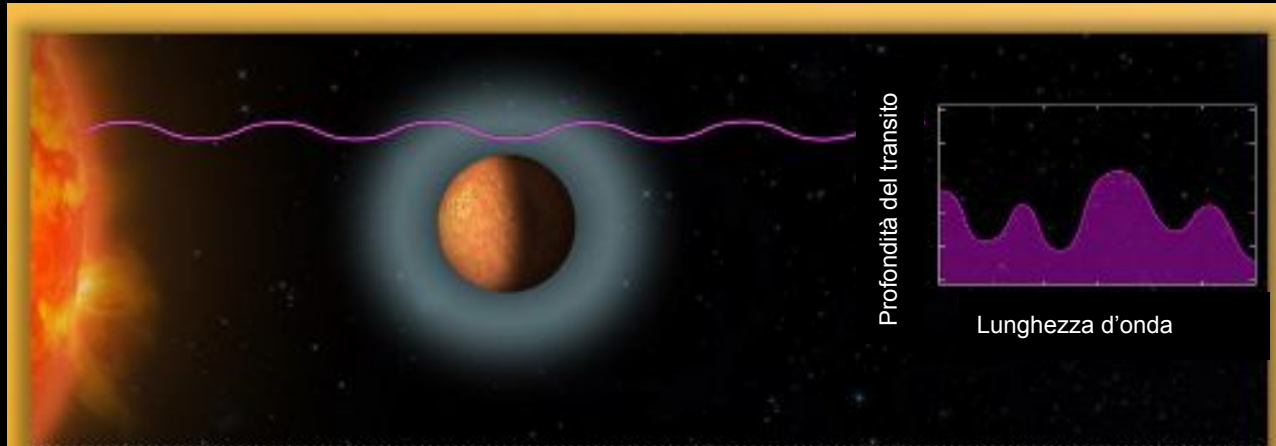
Decrescita di flusso dovuto alla luce planetaria (riflessa o emessa) mancante durante l'occultazione



# Transmission spectroscopy



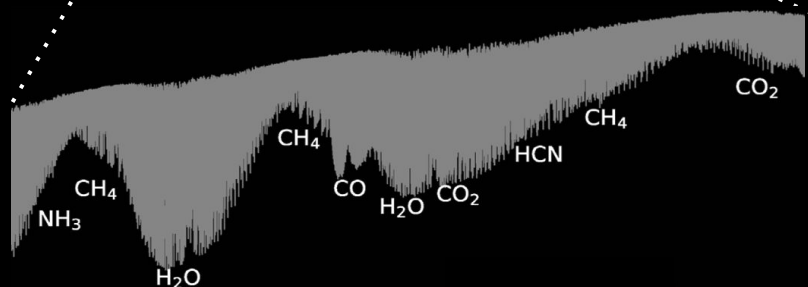
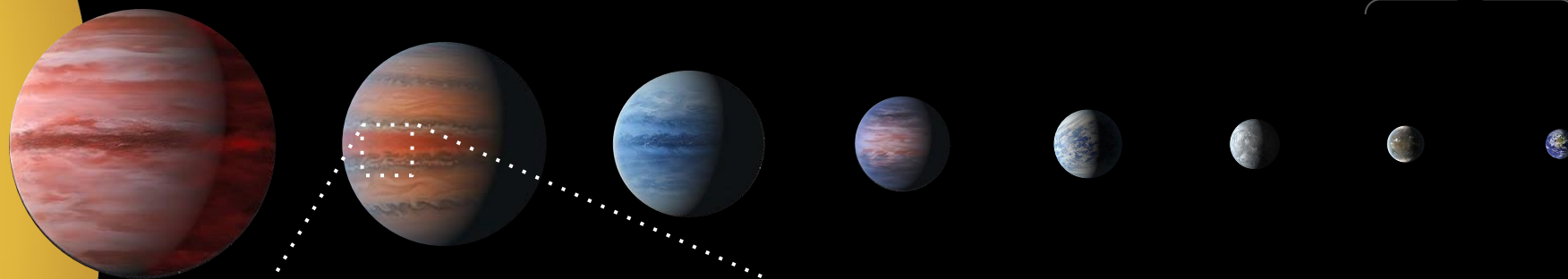
Lo spettro di un esopianeta contiene informazioni sulle **specie** (atomiche e molecolari), le loro **abbondanze** e la **temperatura** del pianeta.



Capire la formazione & trasporto di energia dei giganti galdi

Determinare la natura dell'esopianeta (super-Terra o sub-gigante?)

Simulare osservazioni di pianeti temperati con telescopi di prossima generazione



Studio dei processi di fotoevaporazione delle atmosfere dei pianeti

Possibili scopi del progetto

*Extremely Large Telescope (ELT) in Chile (ESO – Italia è paese membro)*



*Diametro: 39 m, spettroscopia ad alta risoluzione, online ~2027*

# Chi contattare (Università di Torino):

- Prof. Davide Gandolfi ([davide.gandolfi@unito.it](mailto:davide.gandolfi@unito.it))
- Prof. Matteo Brogi ([matteo.brogi@unito.it](mailto:matteo.brogi@unito.it))



Possibilità di **stage** (laurea triennale) e **tesi esterna** (laurea magistrale) presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino:

- Dr. Alessandro Sozzetti ([alessandro.sozzetti@inaf.it](mailto:alessandro.sozzetti@inaf.it))
- Dr. Aldo Bonomo ([aldo.bonomo@inaf.it](mailto:aldo.bonomo@inaf.it))
- Dr. Paolo Giacobbe ([paolo.giacobbe@inaf.it](mailto:paolo.giacobbe@inaf.it))
- Dr. Mario Damasso ([mario.damasso@inaf.it](mailto:mario.damasso@inaf.it))

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
OSSERVATORIO ASTROFISICO DI TORINO

