

Teoria dei transiti planetari

G. Filippelli

Non tutte le equazioni proposte in questo breve documento verranno utilizzate. Selezionare quelle necessarie per completare l'attività in funzione del livello degli studenti.

Calcolare la distanza tra la stella e il pianeta

Utilizzando la terza legge di Keplero sul moto planetario, il periodo osservato della stella (pari al periodo delle variazioni osservate nello spettro della stella) può essere utilizzato per determinare la distanza r del pianeta dalla stella utilizzando la seguente equazione:

$$r^3 = \frac{GM_S}{4\pi^2} P_S^2 \quad (1)$$

dove r è la distanza del pianeta dalla stella, G la costante di gravitazione universale, M_S la massa della stella, che si assume pari a 1, P_S il periodo della stella osservato.

Calcolare i raggi di stella e pianeta

Osservare il cambiamento nella luminosità rilevata della stella che è parzialmente e periodicamente diminuita al passaggio dell'esopianeta, può rivelare informazioni riguardo l'esopianeta stesso come le sue dimensioni e il periodo orbitale.

La durata del transito t_{tr} e il periodo dell'esopianeta T_{pl} del transito sono utilizzati dagli astronomi per ottenere la combinazione dei raggi R_S della stella e R_{pl} del pianeta. Assumendo l'orbita del pianeta circolare o quasi circolare, l'equazione di partenza è data da:

$$t_{tr} = \frac{T_{pl}}{\pi} \left(\frac{R_S + R_{pl}}{r} \right) \quad (2)$$

dove r è il valore ricavato dall'equazione (1). Quindi la somma dei due raggi sarà data da:

$$R_S + R_{pl} = \frac{\pi r t_{tr}}{T_{pl}} \quad (3)$$

Il rapporto tra i due raggi è, invece, legato al rapporto tra la diminuzione di luminosità ΔL durante il transito e la luminosità L della stella libera da qualunque ostacolo:

$$\frac{\Delta L}{L} = \left(\frac{R_{pl}}{R_S} \right)^2 \quad (4)$$

Mettendo a sistema le equazioni (3) e (4) è possibile determinare il valore dei due raggi.

Calcolare velocità orbitale e massa del pianeta

Avendo determinato r , è possibile calcolare la velocità orbitale v_{pl} del pianeta a partire dall'equazione della gravitazione di Newton:

$$v_{pl} = \sqrt{G \frac{M_S}{r}} \quad (5)$$

La massa M_{pl} del pianeta può essere calcolata a partire dalla velocità radiale v_S della stella

$$M_{pl} = \frac{M_S v_S}{v_{pl}} \quad (6)$$

dove

$$v_S = \frac{K}{\sin \theta} \quad (7)$$

Qui θ è l'inclinazione dell'orbita del pianeta rispetto alla perpendicolare alla linea di vista, mentre K è il valore massimo raggiunto dalla velocità radiale nel tempo. La densità del pianeta può essere dedotta dal raggio R_{pl} del pianeta.