Detectarea exoplanetelor prin spectroscopie

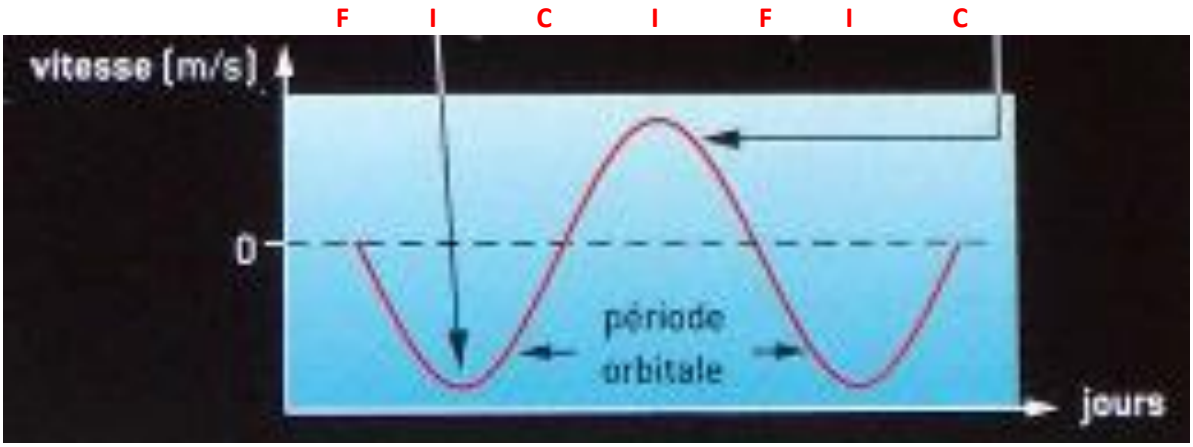
Exemplul de 51 Pegasus b

Soluții

1 Sistemul stea-planetă

Iată pozițiile de pe grafic, unde:

- Steaua este cea mai apropiată de Pământ: C
- Steaua este cea mai îndepărtată de Pământ: F
- Steaua într-o poziție intermediară: I



Explicație: viteza radială este nulă atunci când steaua este fie cea mai apropiată, fie cea mai îndepărtată de Pământ.

2 Analiza datelor spectroscopice care au dus la detectarea 51 Peg b

Perioada de timp T a sinusoidului: 4,2 zile

Amplitudinea K a sinusoidului: 56 m/s

3 Parametrii exoplanetei

Folosind a 3-a lege a lui Kepler, obținem distanța stea-planetă:

$$a^3 = T^2 \times \frac{\mathcal{G} M_{star}}{4\pi^2} \quad \Rightarrow \quad a = 0.05\ AU$$

Folosind proprietățile baricentrului, obținem raportul de masă al planetei și al stelei:

$$M_{star} \times r_{star} = m_{planet} \times r_{planet}$$

Presupunând că avem o orbită circulară, viteza stelei este:

$$V = \frac{2\pi r_{star}}{T} = \frac{2\pi}{T}\frac{r_{planet} \times m_{planet}}{M_{star}} \sim \frac{2\pi}{T}\frac{a \times m_{planet}}{M_{star}}$$

Aplicarea definiției K:

$$K = V \sin i \quad \Rightarrow \quad m_{planet} \sin i = \frac{K \times T \times M_{star}}{2\pi a} = 9.2 \times 10^{26} kg = 0.46 M_J$$

4 Limitări ale acestei metode

- Viteza Soarelui perturbată de Jupiter oscilează cu o amplitudine maximă de 13 m/s pe o perioadă de 12 ani.

- Viteza Soarelui perturbată de Pământ oscilează cu o amplitudine maximă de 9 cm/s pe o perioadă de un an.

- Cu spectrograful HARPS, vitezele stelelor de un metru pe secundă sunt detectabile, dar nu permit încă detectarea planetelor precum Pământul.

- Detectarea lui Saturn: Detectarea vitezei radiale necesită observații pe perioada unei planete, adică 30 de ani pentru Saturn. Cu observațiile începând din 1995, Saturn nu va fi detectabil înainte de 2025.

- Această metodă are o părtinire: viteza detectată este viteza radială, care este zero pentru planetele a căror orbită este în planul cerului. Planetele al căror plan orbital este perpendicular pe linia de vedere sunt, prin urmare, nedetectabile folosind această metodă.