Detecção de exoplanetas por espectroscopia

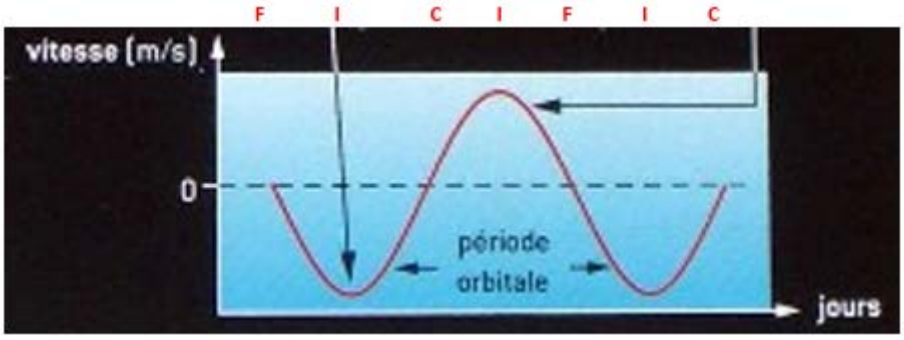
Exemplo de 51 Pegasus b

Soluções

1 O sistema estrela-planeta

Eis as posições no gráfico em que:

- A estrela está mais próxima da Terra: C
- A estrela está mais afastada da Terra: F
- A estrela está numa posição intermédia: I



Explicação: a velocidade radial é nula quando a estrela se encontra mais próxima ou mais afastada da Terra.

2 Análise dos dados espectroscópicos que levaram à detecção de 51 Peg b

Período T da sinusóide: 4,2 dias
Amplitude K da sinusóide: 56 m/s

3 Os parâmetros do exoplaneta

Utilizando a 3ª lei de Kepler, recuperámos a distância estrela-planeta:

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

Utilizando as propriedades do baricentro, obtemos a razão entre a massa do planeta e a massa da estrela:

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

Considerando uma órbita circular, a velocidade da estrela é:

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

Aplicando a definição de 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 Limitações deste método

- A velocidade do Sol perturbada por Júpiter oscila com uma amplitude máxima de 13 m/s ao longo de um período de 12 ano

- A velocidade do Sol perturbada pela Terra oscila com uma amplitude máxima de 9 cm/s ao longo de um período de um ano.

- Com o espectrógrafo HARPS, velocidades estelares de um metro por segundo são detectáveis, mas ainda não permitem a detecção de planetas como a Terra.

- Detecção de Saturno: A detecção da velocidade radial requer observações durante o período de um planeta, ou seja, 30 anos para Saturno. Com observações iniciadas em 1995, Saturno não será detetável antes de 2025.

- Este método apresenta um enviesamento: a velocidade detetada é a velocidade radial, que é nula para os planetas cuja órbita se encontra no plano do céu. Os planetas cujo plano orbital é perpendicular à linha de visão são, portanto, indetetáveis por este método.