

**Problema: Método de alto contraste para detección directa de exoplanetas**

Uno de los principales retos de la detección directa de exoplanetas es el *contraste de brillo* entre el planeta y su estrella anfitriona. Considere un planeta tipo Júpiter orbitando a  $a = 5$  AU de una estrella tipo Sol ubicada a  $d = 100$  pc.

1. **Magnitud aparente de la estrella.** Use la relación entre magnitud aparente y absoluta

$$m = M + 5 \log_{10}(d) - 5,$$

con  $M_V \simeq 4.8$  para el Sol y  $d$  en parsecs, para estimar  $m_V$  de la estrella.

2. **Flujo reflejado por el planeta (visible).** Modele el flujo planetario reflejado como

$$\frac{F_p}{F_\star} \equiv C \approx A_g \Phi(\alpha) \left( \frac{R_p}{a} \right)^2,$$

donde  $A_g$  es el albedo geométrico (puede usar  $A_g = 0.5$  o buscar una referencia a un valor más realista),  $R_p$  el radio planetario (use  $R_J = 7 \times 10^7$  m),  $a = 5$  AU y  $\Phi(\alpha)$  es la función de fase (tome  $\Phi = 1$  como cota optimista de orden de magnitud). Calcule el contraste  $C$ .

3. **Diferencia de magnitudes.** Convierta  $C$  a diferencia de magnitudes:

$$\Delta m = -2.5 \log_{10} C.$$

4. **Discusión instrumental.** Estime la separación angular  $\theta \approx a/d$  en segundos de arco, y discuta si el sistema sería detectable con instrumentación de alto contraste en el visible/NIR (considere que a decenas de mili-arcosegundos se reportan contrastes del orden  $10^{-8}$ – $10^{-9}$  en condiciones favorables).
5. **Analogía con la vida cotidiana.** Traduzca su contraste a una analogía: por ejemplo, distinguir el reflejo de una *moneda* iluminada junto a un *faro* a  $\sim 10$  km. Muestre cómo fijaría parámetros razonables (área/reflectancia de la moneda, intensidad típica del faro y distancias) para reproducir, al menos, el orden de magnitud de  $C$ .

*Lectura sugerida:* K. Follette (2023), [PASP, 135, 101001](#).

**Entrega:** No es necesario hacer una entrega. Lo importante es que tengan un Jupyter notebook o una carpeta con los plots listos en caso que se los pida en clases, con notas para alimentar la discusión.