

LISTA 3: VIENTO SOLAR - ECUACIÓN DE PARKER

1. Describe las suposiciones que se tienen en cuenta para desarrollar la ecuación de Parker para la propagación del viento solar.
2. Define el radio crítico de Parker. Atendiendo a su expresión, calcula la distancia a la que se encuentra el radio crítico de Parker en el caso solar. ¿Qué planetas se encuentran a distancias menores del radio crítico? ¿Y a mayores distancias?

Indicaciones: Para el cálculo del radio crítico, utiliza la expresión para la velocidad del sonido en el caso isoterma para el viento solar: $c_s = \sqrt{2k_B T / m_p}$, con $k_B = 1.3807 \times 10^{-16}$ erg K⁻¹ la constante de Boltzmann, $T = 2$ MK la temperatura de la corona solar y m_p la masa del protón.

3. Teniendo en cuenta las suposiciones asumidas en el modelo de Parker, la ecuación que describe la componente radial de la velocidad del viento solar v en función de la distancia al Sol r , es:

$$\left(\frac{v}{c_s}\right)^2 - \log\left(\frac{v}{c_s}\right)^2 = 4\log\left(\frac{r}{r_c}\right) + 4\left(\frac{r_c}{r}\right) - 3 \quad (1)$$

donde r_c es el radio crítico de Parker y c_s es la velocidad del sonido. Obtén los valores de la velocidad v a cualquier distancia r desde el radio solar dada en UA, usando el método numérico de Newton-Raphson, considerando una temperatura típica en la corona solar de $T = 2$ MK.

(Indicaciones para el método de Newton-Raphson: utiliza como estimación inicial del parámetro $\left(\frac{v}{c_s}\right) = 1 \times 10^{-6}$ si la distancia es menor o igual que el radio crítico, y $\left(\frac{v}{c_s}\right) = 1.1$ si la distancia es mayor que el radio crítico.)

4. Calcula qué velocidad tiene el viento solar en la órbita terrestre. Calcula el mismo parámetro para las órbitas de Mercurio, Marte, Júpiter y Neptuno.

5. A partir de la ecuación de continuidad ($\nabla(\rho\vec{v}) = 0$), halla la expresión para la densidad del viento solar ρ , conocida la velocidad radial a todas las distancias, en función de la distancia r , teniendo en cuenta que en la corona solar (base del viento, $r \approx R_{\odot}$) la densidad del viento solar es de $1.67 \times 10^{-17} \text{g cm}^{-3}$. Expresa el resultado en número de partículas n , sabiendo que $n = 2\rho/m_p$.
- (a) Representa el número de partículas en función de la distancia al Sol en UA a partir de la expresión anterior.
 - (b) Calcula la densidad del viento solar en las órbitas de Mercurio, Marte, Júpiter y Neptuno.
6. La densidad en la base del viento depende de la pérdida de masa de la estrella. Si considerásemos una pérdida de masa menor a la del caso anterior (o equivalentemente, una menor densidad en la base del viento), ¿qué esperaríamos de la densidad?
7. Realiza los ejercicios 3, 4 y 5 asumiendo una temperatura coronal de 0.5 MK. ¿Qué sucede con la velocidad? ¿Y con la densidad?