

## HD 80606 b: La Danza Estrema dell'Esopianeta Cometa

### PREMESSA.

#### Alcune notizie su il sistema HD 80606 e il suo pianeta HD 80606 b.

Il sistema **HD 80606** è un sistema binario situato a circa 215 anni luce dalla Terra, nella costellazione dell'Orsa Maggiore. La stella principale, **HD 80606**, è una stella di tipo G, simile al nostro Sole ma leggermente più massiccia (circa il 110% della massa solare) e più grande (circa il 130% del raggio solare). Ha una temperatura superficiale di circa 5645 K, molto simile a quella del Sole.

Il suo pianeta, **HD 80606 b**, è un gigante gassoso con una massa circa 4 volte quella di Giove. La sua caratteristica più sorprendente è l'**orbita estremamente eccentrica**, una delle più alte conosciute per un pianeta extrasolare. Questa eccentricità è paragonabile a quella delle comete nel nostro sistema solare.

Le **distanze orbitali** estreme di HD 80606 b sono:

- **Perielio (distanza minima):** circa 0.03 Unità Astronomiche (UA), equivalenti a circa **4.62** milioni di chilometri. In questo punto, il pianeta si avvicina molto alla sua stella.
- **Afelio (distanza massima):** circa 0.88 UA, equivalenti a circa **131.96** milioni di chilometri.

A causa di questa orbita così schiacciata, HD 80606 b sperimenta variazioni estreme di temperatura durante la sua rivoluzione di **111.4 giorni terrestri**. Al perielio, il pianeta riceve un'insolazione circa 800 volte maggiore rispetto all'afelio. Questa rapida e intensa esposizione al calore provoca "tempeste d'onda d'urto" nell'atmosfera del pianeta, con venti che possono raggiungere una velocità  $v$  di circa **5 chilometri al secondo**. Gli scienziati hanno persino osservato cambiamenti meteorologici in tempo reale sull'atmosfera di questo pianeta utilizzando il telescopio spaziale Spitzer.

Trasformo la velocità  $v$  espressa in  $\frac{km}{s}$  nell'equivalente velocità espressa in  $\frac{km}{h}$ :

- $1^m = 60^s$ ;
- $1^k = 60^m$ ;
- $1^m = (60 \cdot 60)^s = 3600^s$ ;

allora la velocità  $v$  è:

$$v = \left(5 \frac{km}{s}\right) \cdot \left(3600 \frac{s}{h}\right) = 18000 \frac{km}{h};$$

**OSSERVAZIONE.** Un vento a **18.000**  $\frac{km}{h}$  non è un fenomeno meteorologico, ma una **catastrofe di proporzioni atomiche** che supererebbe qualsiasi uragano o tornado mai visto sulla Terra. Non si

tratterebbe di un “vento”, ma di un’**onda d’urto atmosferica** che viaggia a una velocità di circa  $5 \frac{km}{s}$ , una velocità tipica dei proiettili e delle esplosioni.

Gli effetti su una città come New York sarebbero l’**annientamento istantaneo e totale**.

Le distanze dell’esopianeta **HD 80606 b** dalla sua stella madre, HD 80606, sono notevolmente variabili a causa della sua orbita estremamente eccentrica.

- **Distanza all’afelio (apastron):** circa **0,88 UA** (unità astronomiche). Questo punto è il più lontano dalla stella.
- **Distanza al perielio (periastron):** circa **0,03 UA**. Questo punto è il più vicino alla stella.

L’orbita di HD 80606 b è una delle più eccentriche mai scoperte, con un’**eccentricità** di circa 0,93. A titolo di paragone, l’**eccentricità** dell’orbita della Terra è di soli 0,0167.

La sua orbita assomiglia più a quella di una cometa nel nostro Sistema Solare che a quella di un pianeta. Questa grande eccentricità fa sì che il pianeta si muova a velocità incredibilmente diverse durante la sua orbita di 111,4 giorni.

Al **perielio**, la distanza del pianeta dalla sua stella è di circa 4,6 milioni di chilometri, ovvero circa il 3% della distanza media della Terra dal Sole. In questo momento, la temperatura sulla sua superficie aumenta drasticamente, raggiungendo picchi di circa 1500 K (1227 °C).

All’**afelio**, la distanza è di circa 132 milioni di chilometri, rendendo la radiazione stellare ricevuta simile a quella che la Terra riceve dal Sole. Questa differenza estrema di distanza provoca variazioni termiche e atmosferiche estreme, con violenti venti sulla sua superficie.

## PROBLEMA.

Dato che del pianeta **HD 80606 b** si conoscano solo le distanze minima e massima dalla sua stella, **HD 80606** (con approssimazione):

- **Perielio:** circa 4.6 milioni di chilometri,
- **Afelio:** circa 130 milioni di chilometri,

determinare **tutti gli elementi geometrici** necessari per ricavare l’equazione dell’orbita ellittica del pianeta.

## SOLUZIONE.

1. Calcolo della lunghezza del semiasse maggiore **a**:

$$2 \cdot a = 4.6 \cdot 10^6 km + 130 \cdot 10^6 km = 134.6 \cdot 10^6 km$$

$$a = \frac{134.6 \cdot 10^6 \text{ km}}{2} = 67.3 \cdot 10^6 \text{ km}$$

**NOTA.** Per semplificare i calcoli e la rappresentazione grafica, omettiamo l'unità di misura, ricordando che i valori numerici sono espressi in migliaia di chilometri. Quindi considero  $a = 67.3$ .

2. Calcolo dell'eccentricità  $e$ :

$$e = \frac{d_{Af} - d_{Pe}}{d_{Af} + d_{Pe}} = \frac{130 - 4.6}{130 + 4.6} = \frac{125.4}{134.6} \approx 0.932$$

3. Calcolo della lunghezza del semiasse minore  $b$ :

$$b^2 = a^2 \cdot (1 - e^2) = 67.3^2 \cdot (1 - 0.932^2) \approx 595 \quad \Rightarrow \quad b = 24.4$$

4. Coordinate dei fuochi

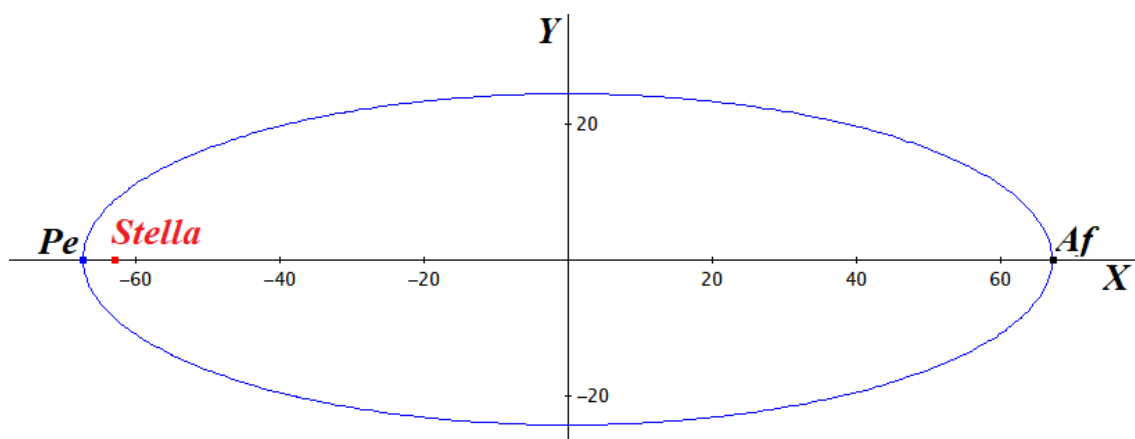
$$c^2 = a^2 - b^2 \quad \Rightarrow \quad c^2 = 67.3^2 - 24.4^2 \quad \Rightarrow \quad c = \pm \sqrt{a^2 - b^2} = \pm \sqrt{67.3^2 - 24.4^2} \approx \pm 62.8$$

Da cui i fuochi sono  $F_1(-62.8; 0)$  e  $F_2(62.8; 0)$  ... assumo il primo posizione della stella  $S$ .

Verifico l'eccentricità con la relazione  $e = \frac{c}{a} = \frac{62.8}{67.3} \approx 0.933$ , e con le approssimazioni dei dati e dei calcoli, possiamo dire che va bene.

Pertanto l'equazione dell'orbita ellittica è:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{x^2}{67.3^2} + \frac{y^2}{24.4^2} = 1$$



Determiniamo la posizione del pianeta sull'orbita quando dista dalla stella di 100 milioni di chilometri.

Scrivo l'equazione della circonferenza avente centro nel fuoco  $F_1(-62.8;0)$  e raggio 100:

$$(x + 62)^2 + y^2 = 100^2$$

e la metto a sistema con l'equazione dell'ellisse:

$$\frac{x^2}{67.3^2} + \frac{y^2}{24.4^2} = 1 \wedge (x + 62)^2 + y^2 = 100^2$$

Impongo la soluzione alla calcolatrice, e ottengo

$$x = 35.84439359 \wedge (y = -20.65126247 \vee y = 20.65126247)$$

per cui ho le due posizioni del pianeta sono:

$$P_1 [35.84, -20.65] \quad e \quad P_2 [35.84, 20.65]$$

