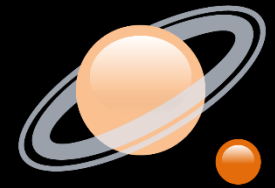




Centro de Divulgação Científica e Cultural



Centro de Divulgação da Astronomia
Observatório Dietrich Schiel



Sistema Solar

Planetas: observação, movimentos e órbitas

André Luiz da Silva
Observatório Dietrich Schiel
/CDCC/USP

**Como identificar
um planeta no céu?**

- (praticamente) não cintila
- brilho aparente maior que o das estrelas
- se deslocam pelo **Zodíaco**



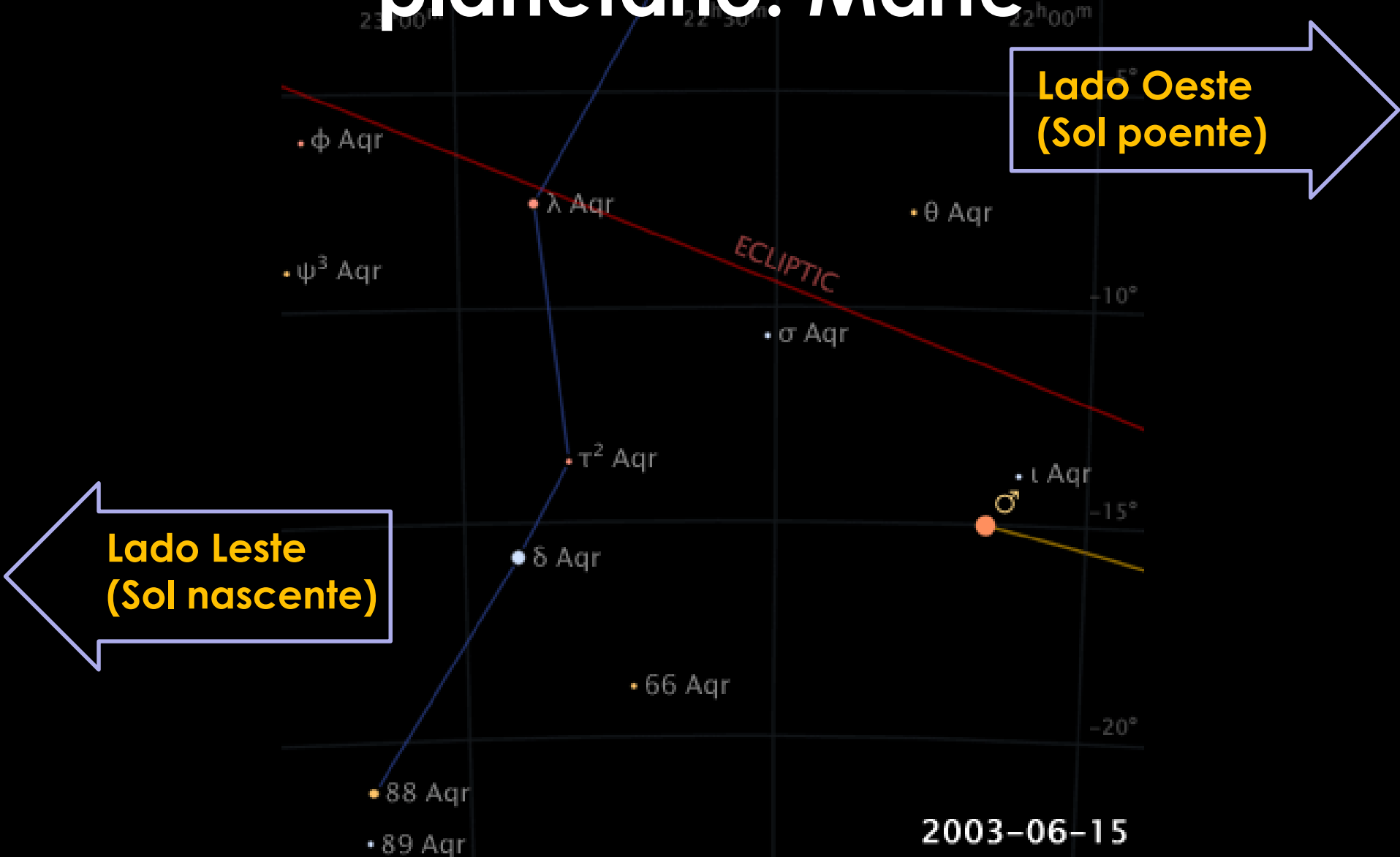
❖ Sentido direto:

- de oeste para leste
- sentido contrário ao do movimento diário aparente

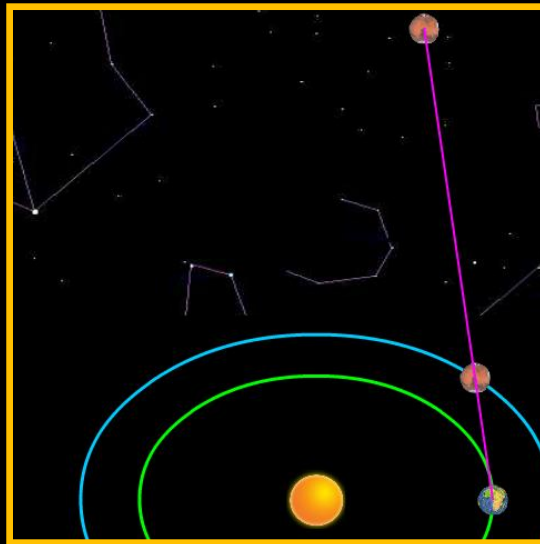
❖ Sentido retrógrado:

- de leste para oeste
- o mesmo sentido do movimento diário aparente)

Exemplo de movimento planetário: Marte

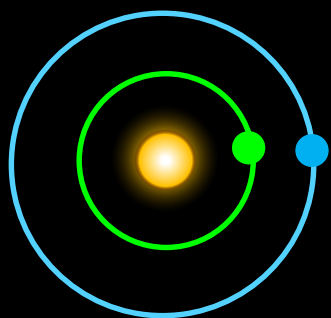


Movimento retrógrado de um planeta e laçada

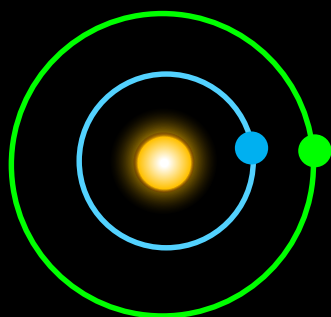


Configurações planetárias

São posições especiais do sistema **Sol**, **Terra** e **planeta**; os planetas podem ser:



Inferiores (órbitas internas à da Terra)

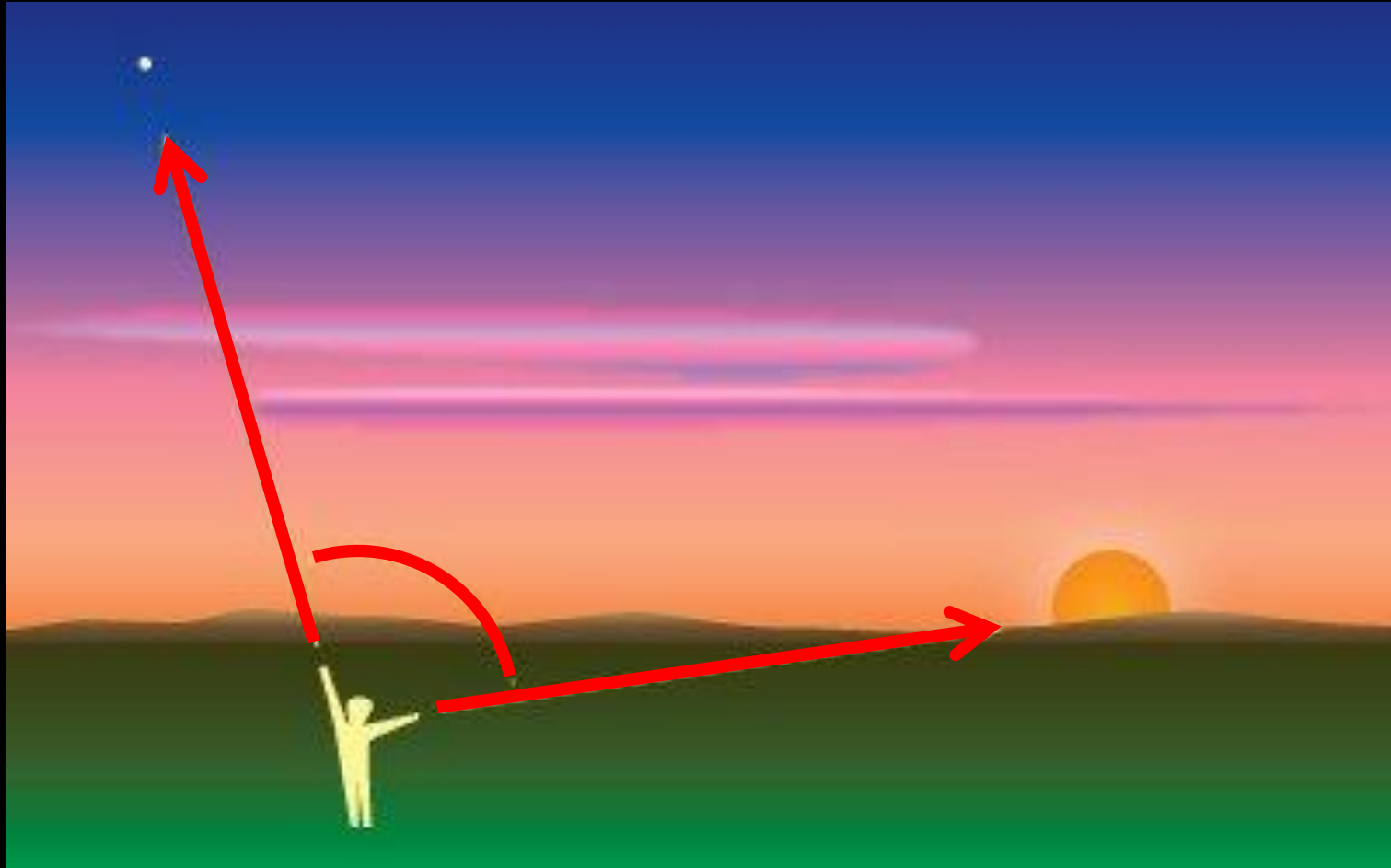


Superiores (órbitas externas à da Terra)

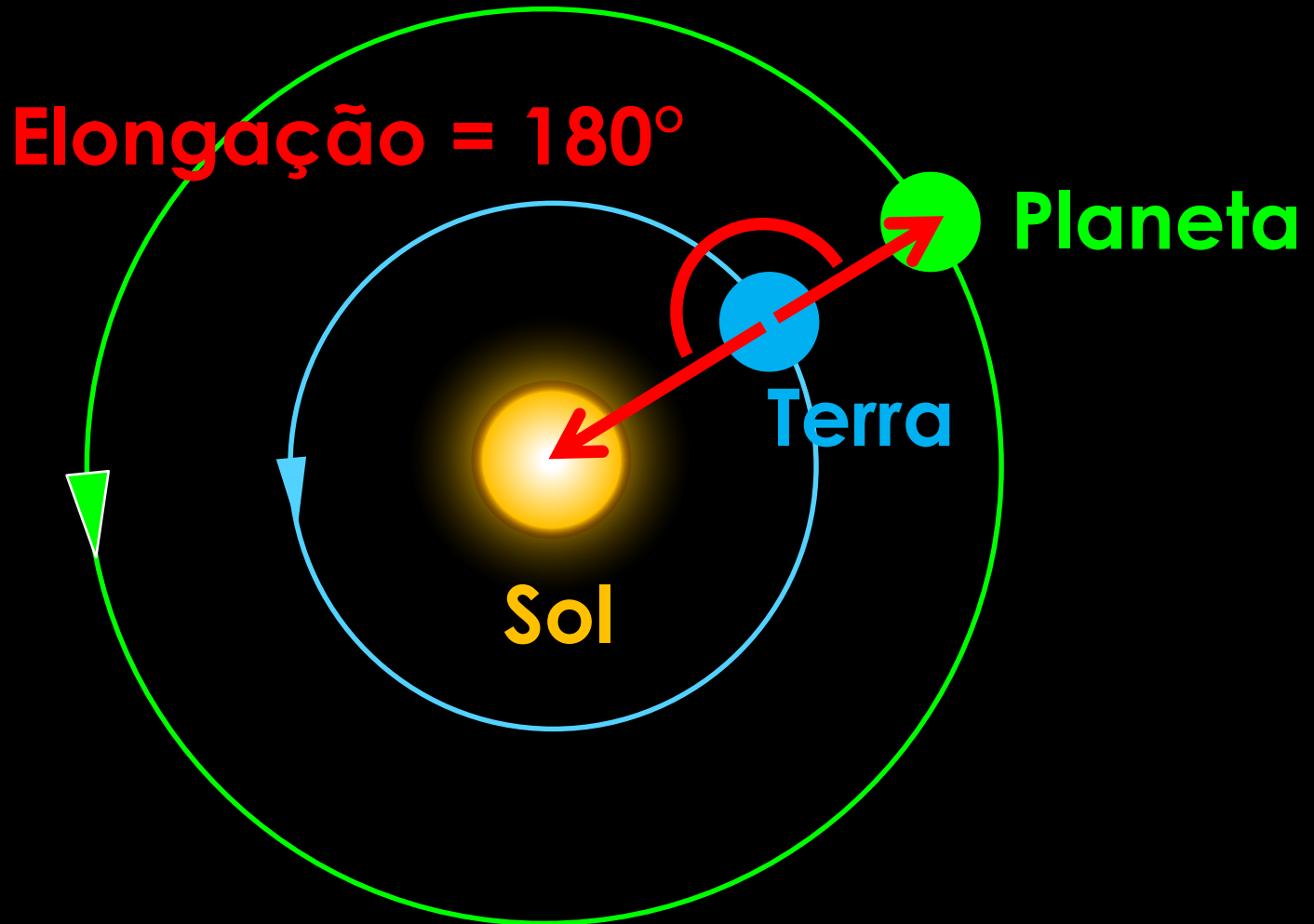
Há várias configurações planetárias:

- ❖ Conjunções (planetas inferiores e superiores)
- ❖ Máximas elongações (planetas inferiores)
- ❖ Quadraturas (planetas superiores)
- ❖ Oposições (planetas superiores)

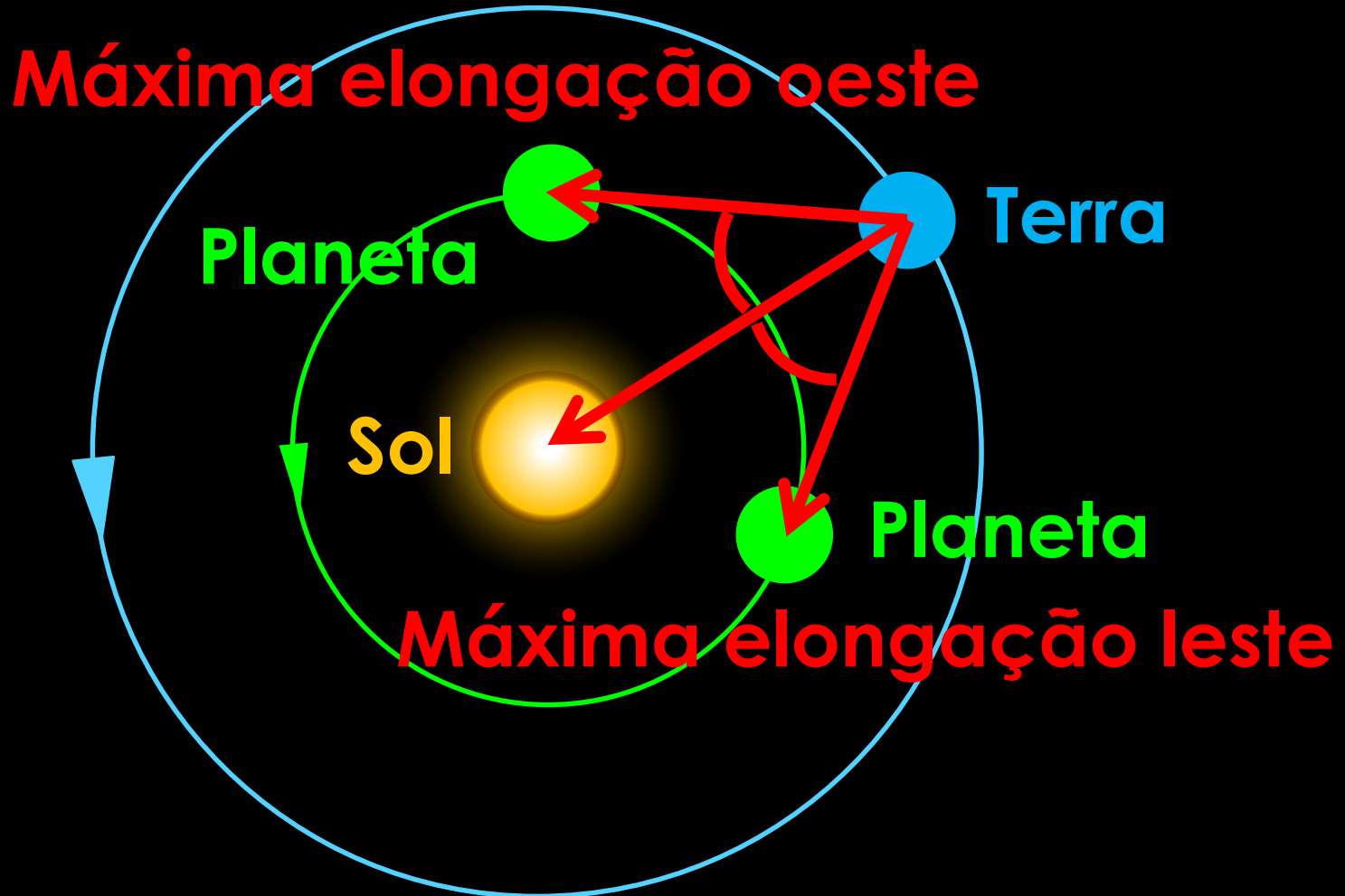
Elongação



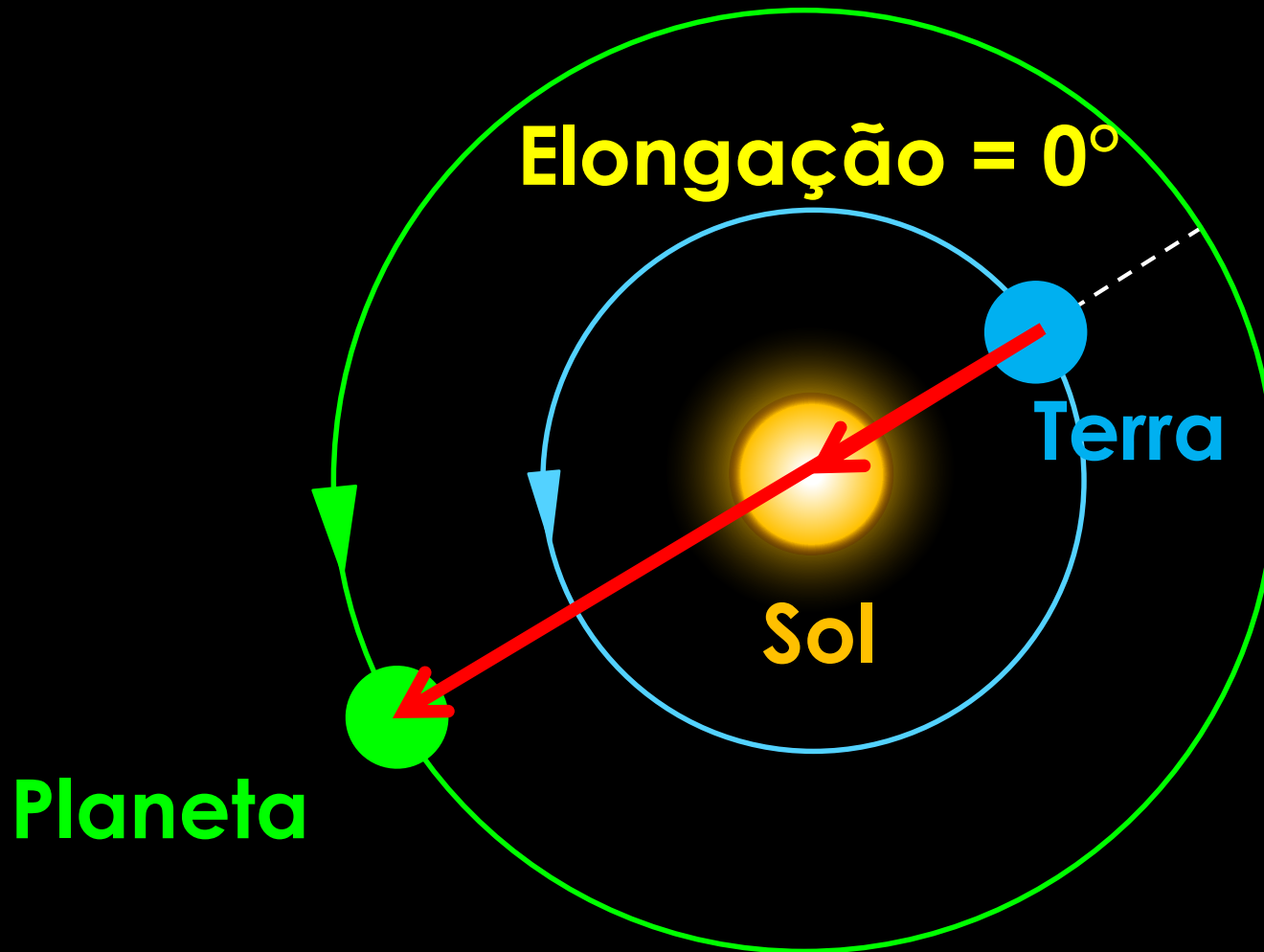
Oposição (planetas superiores)



Máximas elongações (planetas inferiores)

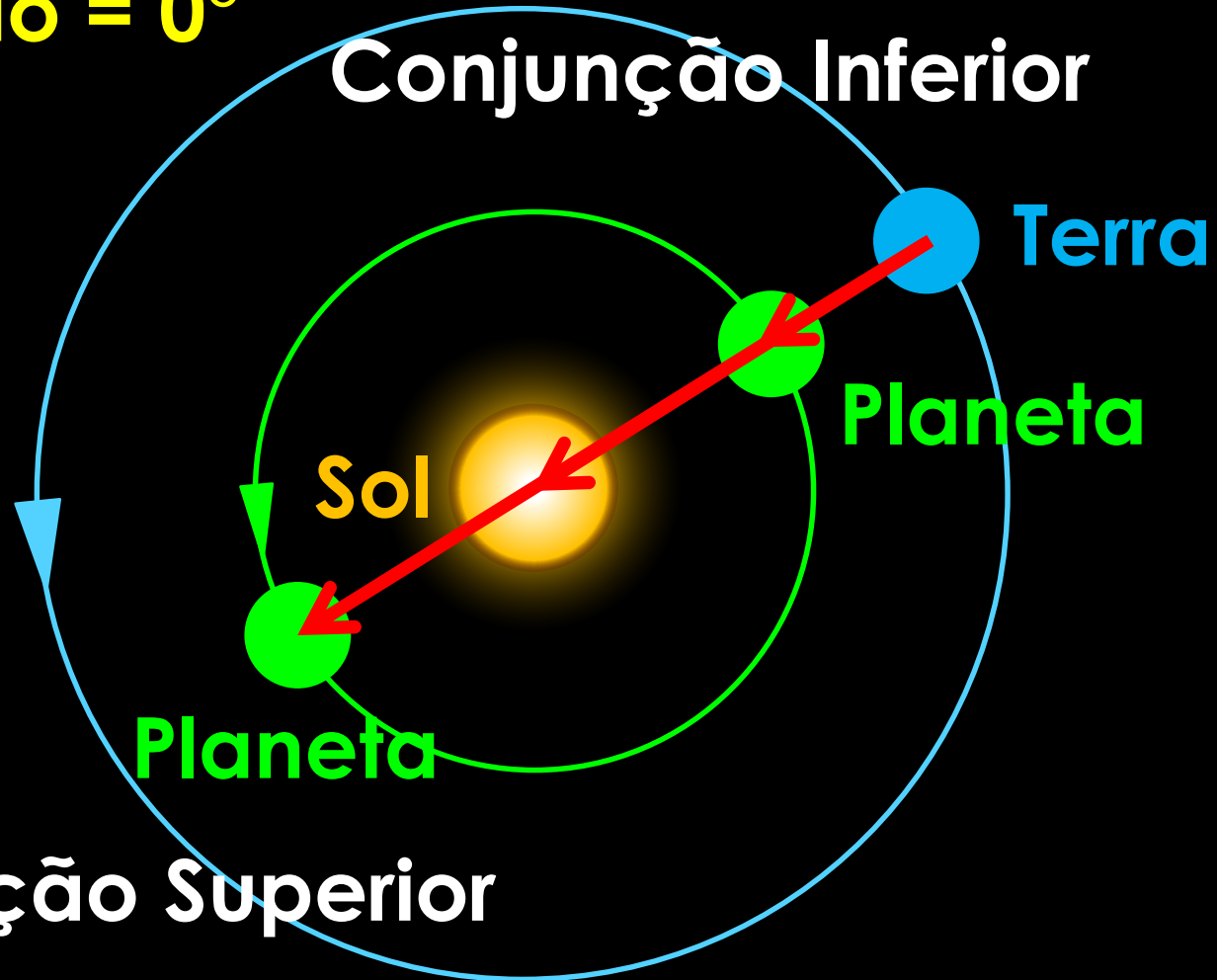


Conjunção (de planeta superior)



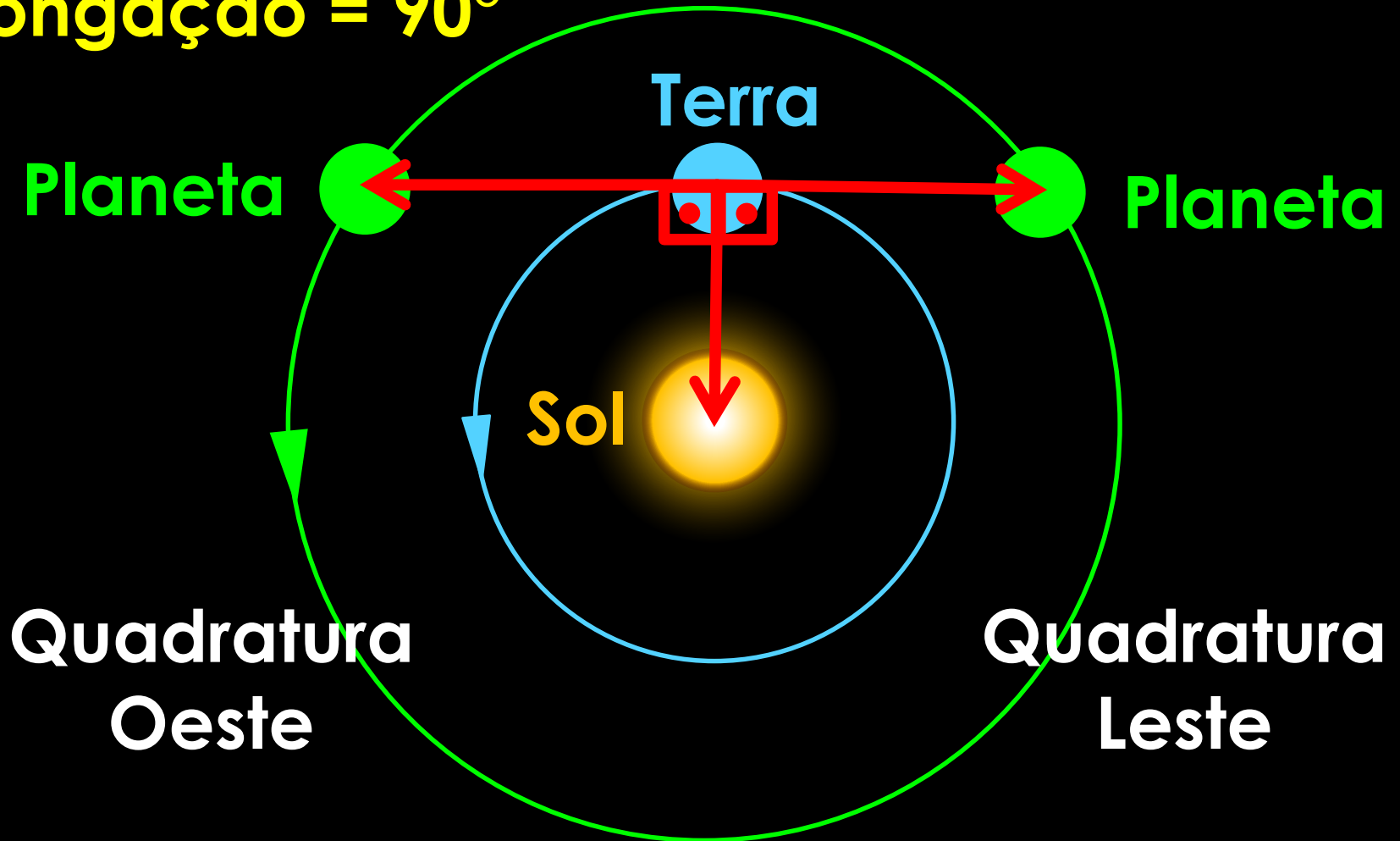
Conjunções (de planeta inferior)

Elongação = 0°

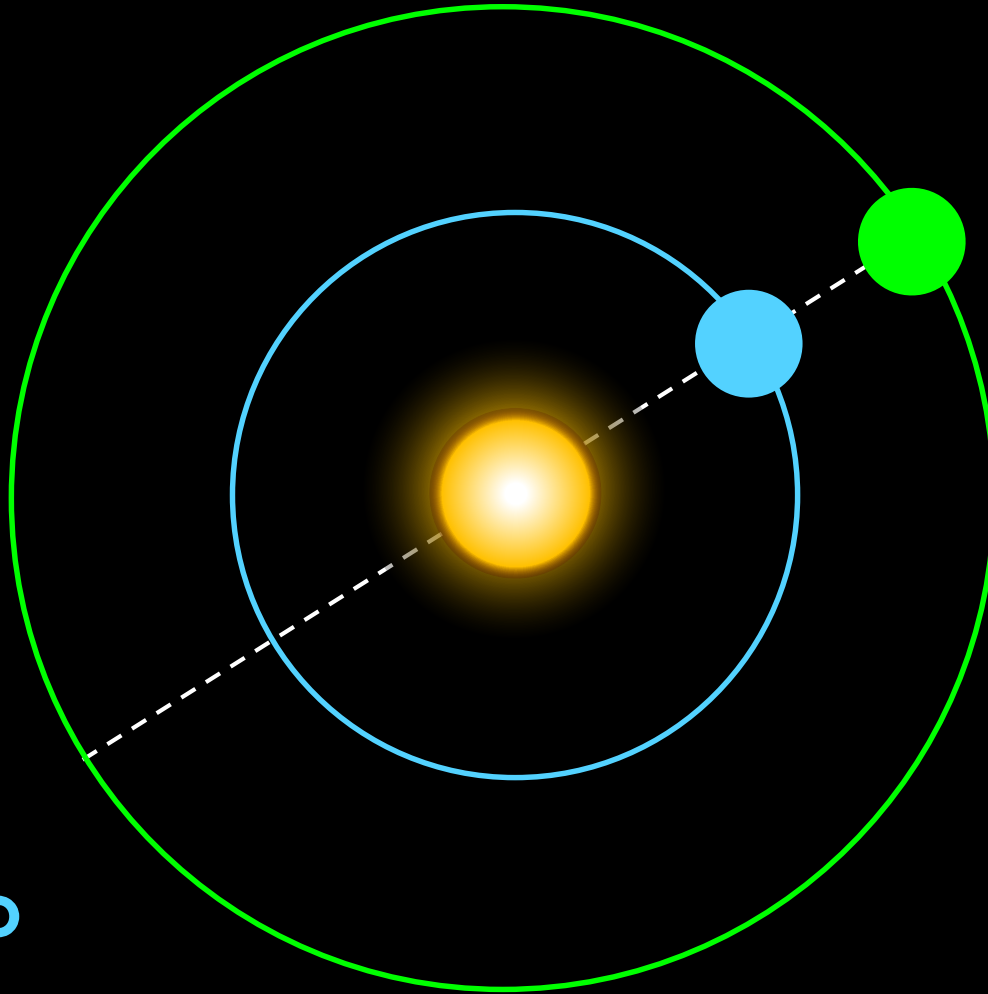


Quadraturas (planetas superiores)

Elongação = 90°



Período sinódico

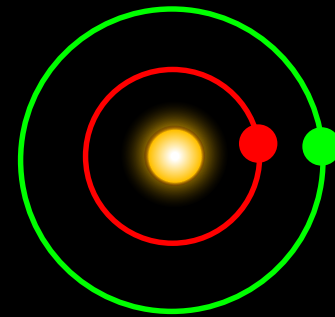


$P_1 = 1$ ano

$P_2 = 3$ anos

Período sinódico

- Tem a ver com o período orbital dos dois planetas



- Expressa como:

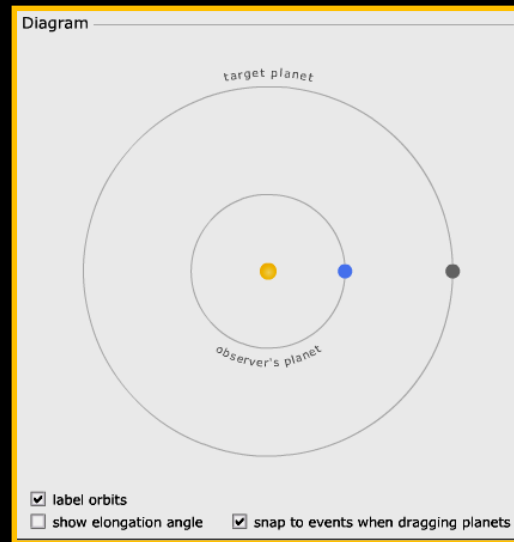
$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2}, \text{ com } P_1 < P_2$$

- Para mais exemplos, consulte a [calculadora de períodos sinódicos](#)

Planetas: períodos sinódicos

Planeta	Translação	Período Sinódico
Mercúrio	88 dias	115,9 dias
Vênus	225 dias	583,9 dias (1,6 anos)
Terra	365,25 dias	-----
Marte	687 dias	779,9 dias (2,13 anos)
Júpiter	11,86 anos	398,9 dias
Saturno	29,5 anos	378,1 dias
Urano	84 anos	369,7 dias
Netuno	64,8 anos	367,5 dias

Configurações planetárias: simulador



Leis do movimento planetário

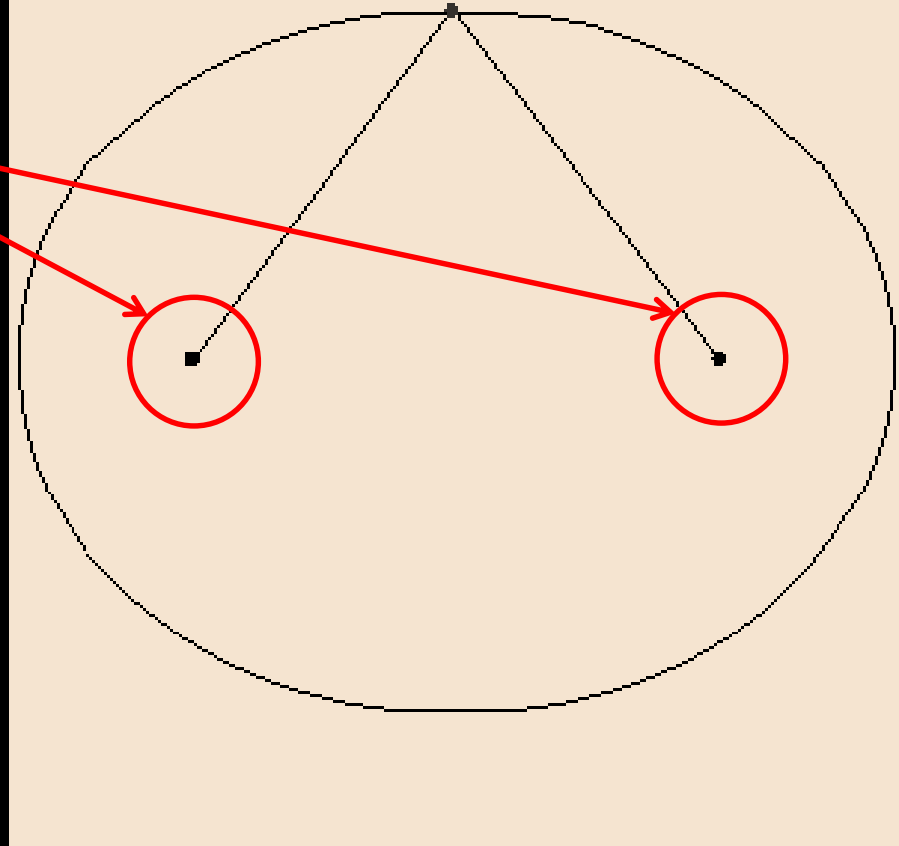
Leis de Kepler



Johannes Kepler (1571 - 1630)

Elipse

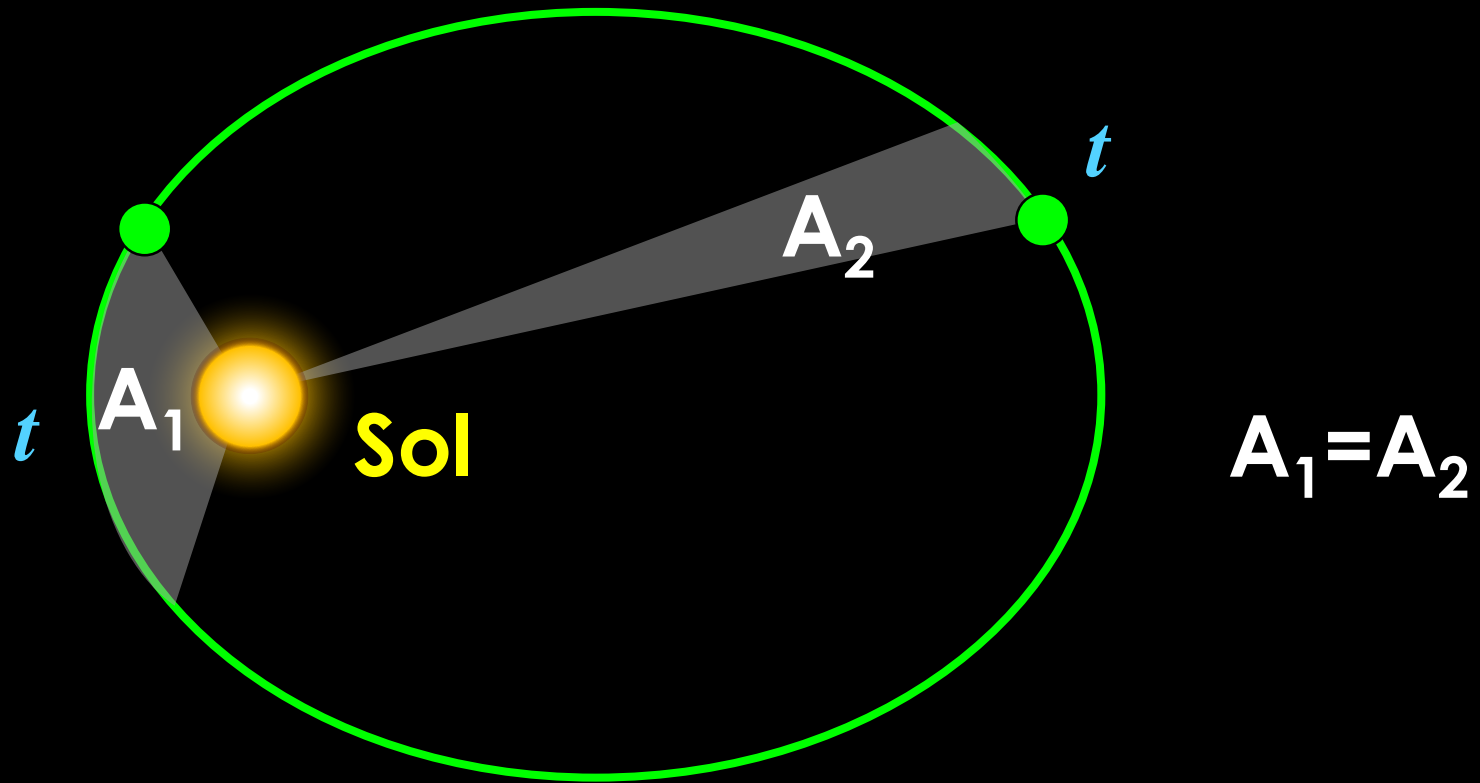
**Focos da
elipse**



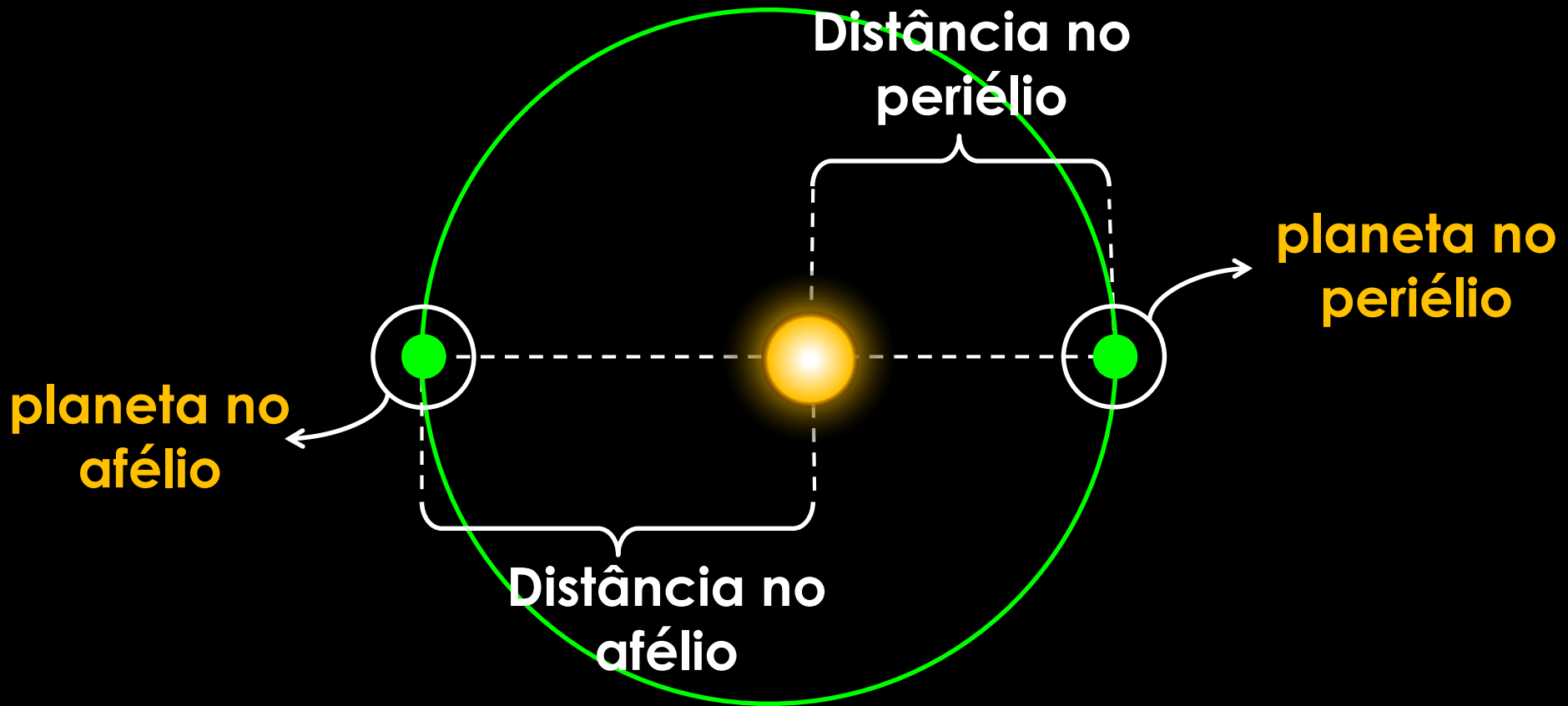
Primeira lei de Kepler



Segunda lei de Kepler



Periélio e afélio



Distância no Afélio > **Distância ao Sol** > **Distância no PERiélio**

Terceira lei de Kepler

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

T: período de translação em torno do Sol

a: distância média do planeta ao Sol

Exemplos da terceira lei -1

Terra:



$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

$$T \approx 365 \text{ dias} \approx 1 \text{ ano}$$

$$a \approx 149,6 \text{ milhões de km} = 1 \text{ UA}$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{(1)^2}{(1)^3} = 1 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$$

Exemplos da terceira lei -2

Júpiter:



$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

$$T \approx 11,86 \text{ anos}$$

$$a \approx 5,20 \text{ UA}$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{(11,86)^2}{(5,20)^3} = 1,0004... \approx$$

$$1 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$$

Unidade de distância mais
apropriada:

a Unidade Astronômica (UA)

1 UA \approx 149,6 milhões de km

Para o Sistema Solar, a 3ª lei é dada por:

$$\frac{T^2}{a^3} = 1 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$$

T: período de translação em torno do Sol, em anos

a: distância média do planeta ao Sol, em unidades astronômicas (**UA**)

Para outros sistemas planetários:
uma pequena modificação na
terceira lei:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{1}{M_*}$$

Onde:

T, **a**: como antes

M_{*}: é a **massa** da estrela, em **M_⊙**

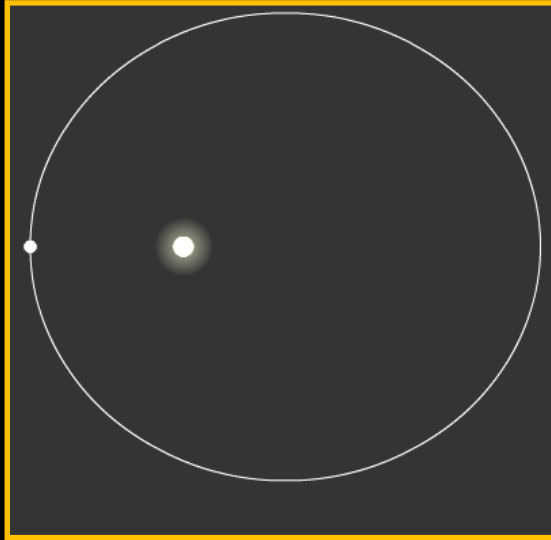
Exemplo: terceira lei de Kepler para o sistema Kepler 5

$$M_* = 1,37 M_\odot$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{1}{1,37} = 0,73 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$$

Referência: http://www.jpl.nasa.gov/edu/pdfs/exoplanets_answers.pdf

Leis de Kepler: simulador



Distâncias aproximadas e a lei de Titius-Bode

Lei de Titius-Bode



Johann Daniel Titius (1729-1796)



Johann Elert Bode (1747-1826)

Lei de Titius-Bode

Johann Daniel Titius (1729-1796); Johann Elert Bode (1747-1826)

Passo 1: **sequência onde o próximo é o dobro do primeiro, com exceção do primeiro termo, que é zero:**

0 3 6 12 24 48 96 192 384

Passo 2: **somar quatro:**

4 7 10 16 28 52 100 196 388

Passo 3: **dividir por 10:**

0,4 0,7 1,0 1,6 2,8 5,2 10,0 19,6 38,8

**Sequência se aproxima da ordem dos planetas em UA !
Compare com a ordem aproximadamente observada:**

0,4 0,7 1,0 1,5 **2,8** 5,2 9,5 19,2 30,1

Merc. Vênus Terra Marte Júpiter Saturno Urano Netuno