

Fundamentos de Astronomia e Astrofísica

Movimento dos Planetas

Rogério Riffel

e-mail: riffel@ufrgs.br

<http://www.if.ufrgs.br/~riffel>

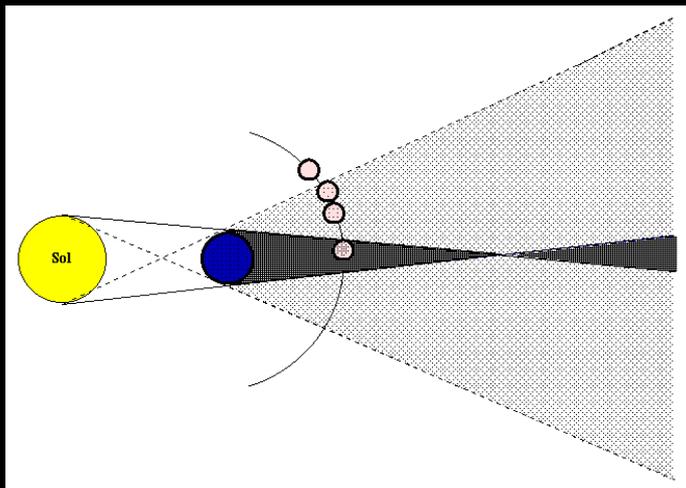
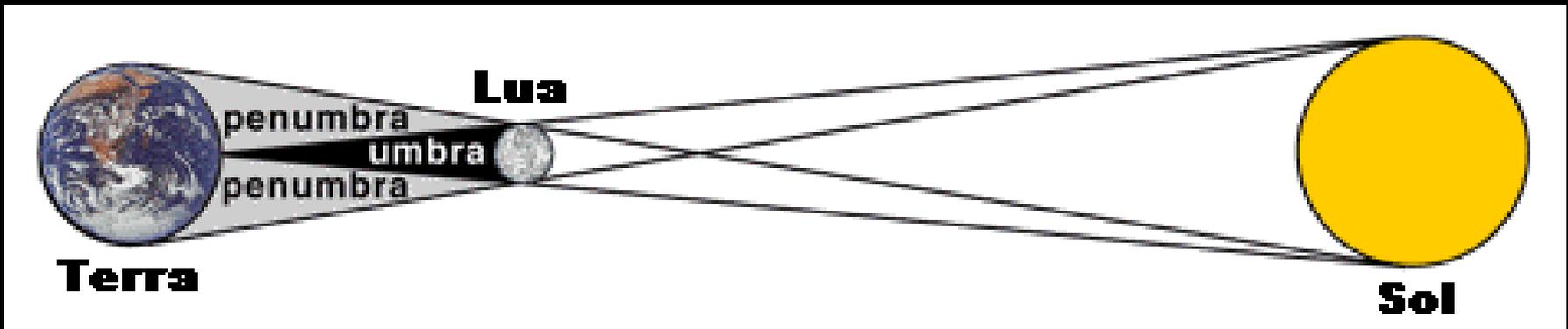
Sala: N106

Livro texto: *Astronomia e Astrofísica* – Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Hipertexto: <http://www.astro.if.ufrgs.br>

Revisão - Eclipses

• Os eclipses acontecem quando ocorre o alinhamento entre Sol, Terra e Lua, de forma que **a sombra da Lua atinge a Terra (eclipse solar)** ou a **Lua fique na sombra da Terra (eclipse lunar)**.



Umbra: região da sombra que não recebe luz de nenhum ponto da fonte.

Penumbra: região da sombra que recebe luz de alguns pontos da fonte.

Revisão - Eclipses

Simulador de Eclipses!

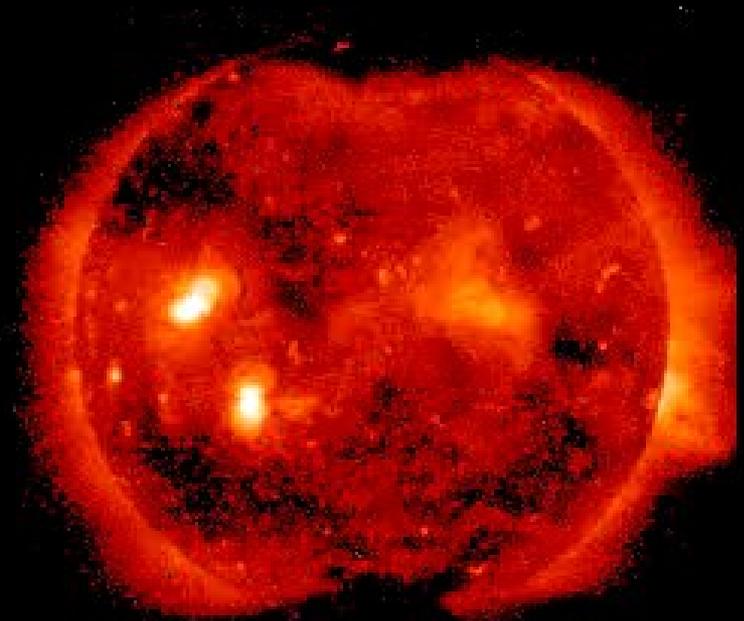
http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/simulador_eclipses_Pablo.exe

Eclipse Solar

24 Out. 1995 - India



SXTecp01.mpg



Freds_dundlod_movie.mpg

Planetas

- Planetas são corpos que orbitam estrelas e não tem nem nunca tiveram reações nucleares, além de terem forma determinada pela auto-gravidade (esféricos) e terem tamanhos significativamente maiores do que os outros objetos em sua vizinhança
- $M > 75 M_{\text{Jup}} \Rightarrow \text{H em He} \Rightarrow \text{estrelas}$
- $13 M_{\text{Jup}} < M < 75M_{\text{Jup}} = \text{deutério em trítio} \Rightarrow \text{anãs marrons}$
- $M < 13 M_{\text{Jup}} \Rightarrow \text{planetas}$

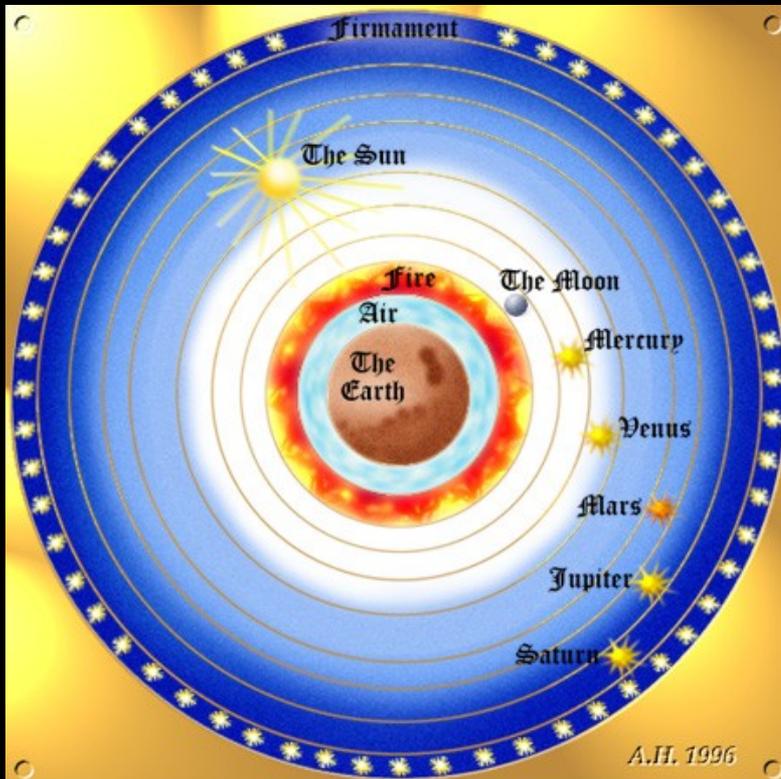
Movimento dos Planetas

- Os planetas estão muito mais próximos de nós do que as estrelas, de forma que eles parecem se mover, ao longo do ano, entre as estrelas de fundo
- Esse movimento se faz, geralmente, de oeste para leste, mas em certas épocas o movimento muda, passando a ser de leste para oeste.
- O movimento observado de cada planeta é uma combinação do movimento do planeta em torno do Sol com o movimento da Terra em torno do Sol.



Universo Aristotélico

- Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.);
- A Terra está imóvel no centro do Universo;
- Estrelas e planetas ocupam esferas cristalinas perfeitas que giram em torno da Terra;
- O universo é perfeito e imutável.



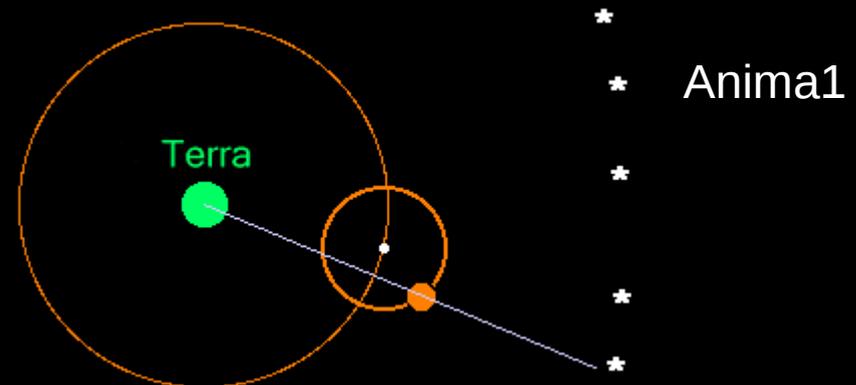
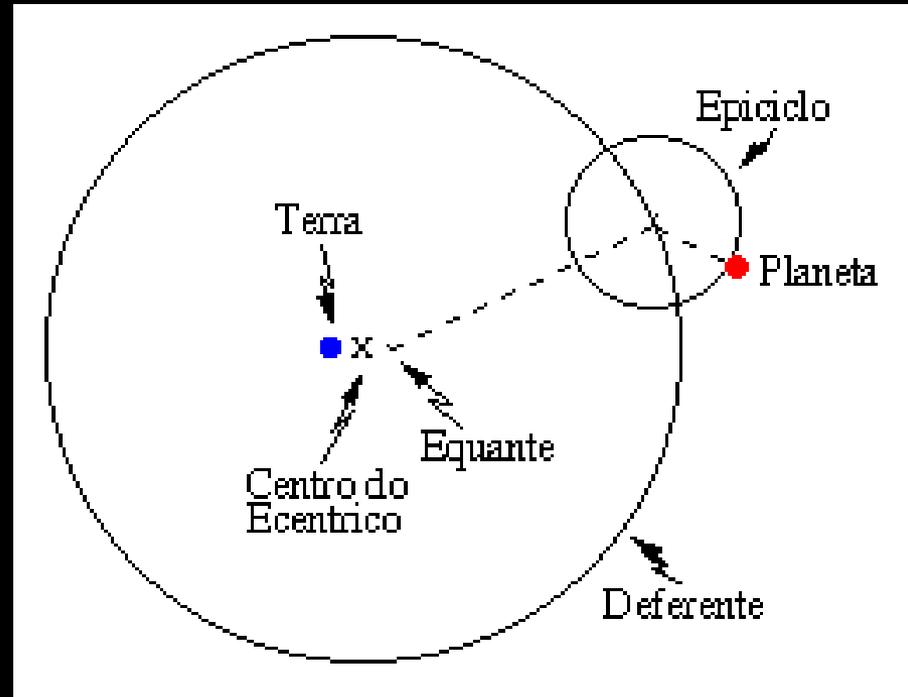
Problemas:

- Movimento retrógrado dos planetas;
- Brilho variável dos planetas

O modelo ptolomaico

- Claudio Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.);
 - Combinação de círculos;
 - O planeta se move ao longo de um pequeno círculo chamado **epiciclo**;
 - O centro do epiciclo se move em um círculo maior, chamado **deferente**;
 - A Terra fica numa posição um pouco afastada do centro do deferente;
 - **Equante**: um ponto ao lado do centro do deferente em relação ao qual o centro do epiciclo se move a uma taxa uniforme.
- Objetivo**: dar conta do movimento não uniforme dos planetas.

Este modelo foi usado por cerca de 1300 anos!

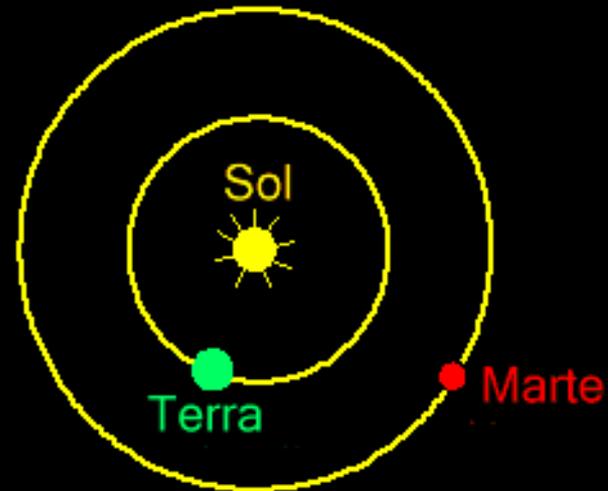


O modelo heliocêntrico de Copérnico



- Movimento retrógrado e variação em brilho dos planetas explicado!
- Circularidade das órbitas mantida!

Anima2



Classificação dos planetas pela distância ao Sol

- **Planetas Inferiores: Mercúrio e Vênus**

- Tem órbitas menores do que a da Terra;
- Muito próximos do Sol. Máximo afastamento angular de 28° para **Mercúrio** e 47° para **Vênus**.
- Só são visíveis ao anoitecer (astro vespertino) ou ao amanhecer (matutino).

- **Planetas Superiores: Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão (anão)**

- Têm órbitas maiores do que a da Terra;
- Podem estar a qualquer distância angular do Sol, podendo ser observados no meio da noite.

Configurações Planetárias

Configurações dos planetas: Posições características dos planetas em suas órbitas, vistas da Terra.

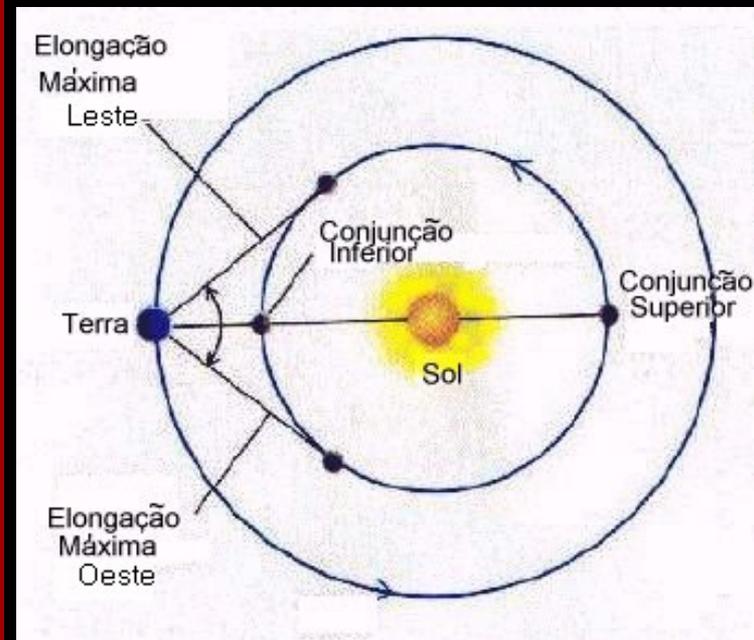
Elongação (e): distância angular do planeta ao Sol, vista da Terra.

Configurações de um planeta inferior

Conjunção inferior: O planeta está na mesma direção do Sol ($e = 0$) e mais próximo da Terra do que do Sol.

Conjunção superior: O planeta está na mesma direção do Sol ($e = 0$) e mais longe da Terra do que do Sol.

Máxima elongação: A distância angular entre o planeta e o Sol é máxima. Na **máxima elongação ocidental** o planeta está a oeste do Sol (nasce e se põe antes do Sol – visível ao amanhecer). Na **máxima elongação oriental** o planeta está a leste do Sol (nasce e se põe depois do Sol – visível ao anoitecer).



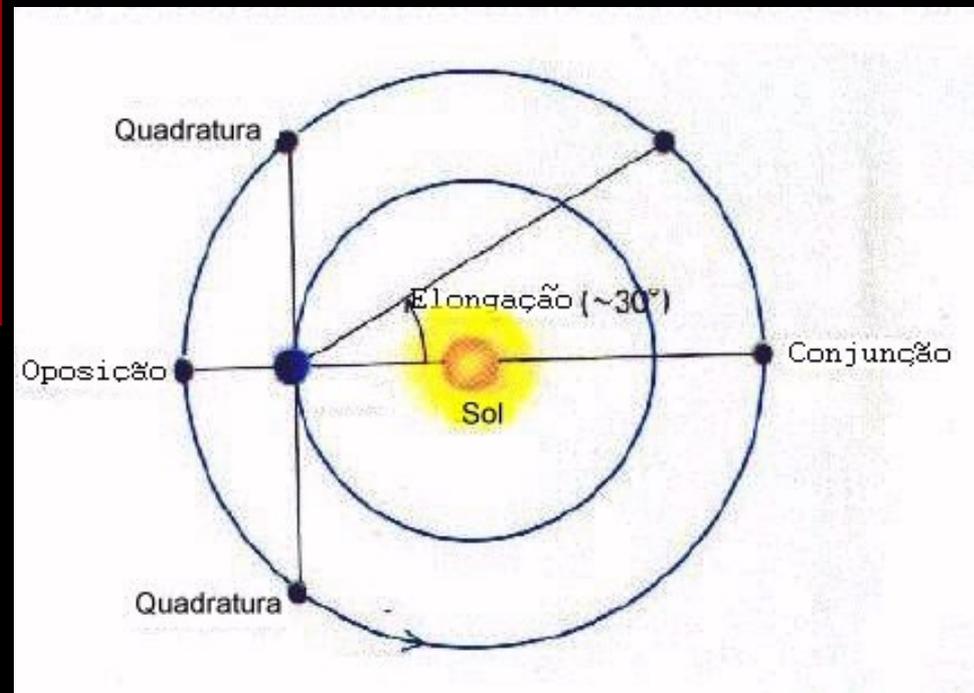
Configurações Planetárias

Configurações de um planeta superior

Conjunção: O planeta está na mesma direção do Sol ($e=0$) e mais longe da Terra do que do Sol.

Oposição: O planeta está na direção oposta ao Sol ($e=180^\circ$). Está no céu durante toda a noite.

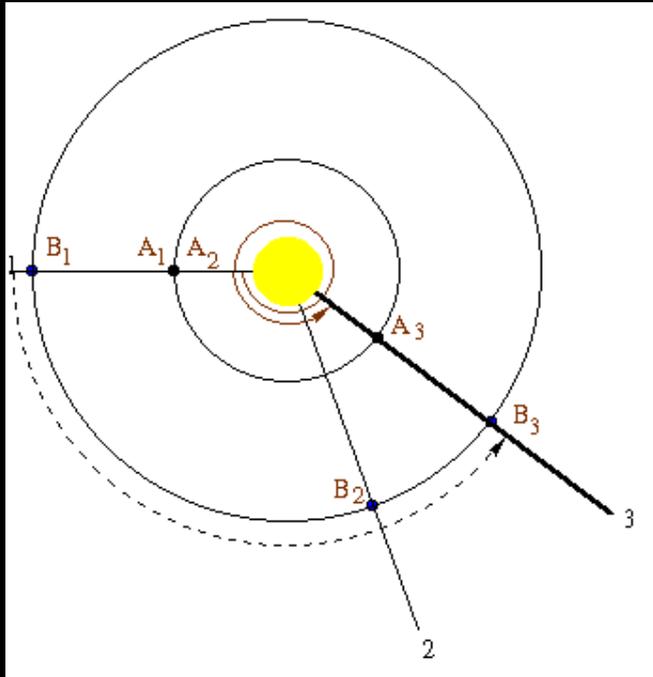
Quadratura ($e=90^\circ$): O planeta está 6h a leste do Sol (quadratura oriental) ou a oeste do Sol (quadratura ocidental).



Período Sinódico e Sideral

Período sinódico (S): é o intervalo de tempo decorrido entre duas configurações iguais consecutivas. É o período de revolução *aparente* do planeta, em relação à Terra.

Período sideral (P): é o período real de translação do planeta em torno do Sol, em relação a uma estrela fixa.



$$\frac{1}{S} = \left(\frac{1}{P_i} - \frac{1}{P_e} \right)$$

P_i : período sideral do planeta interior;
 P_e : período sideral do planeta exterior.



Anima3

Período Sinódico e Sideral

Exemplo 1: Sabendo-se que Marte leva 780 dias para nascer quando o Sol se põe (estar em oposição) duas vezes seguidas, qual é o período sideral (orbital) de Marte?

Exemplo 2: Sabendo-se que Vênus leva 583,93 dias para aparecer em elongação máxima a leste duas vezes seguidas (se põe 3 horas depois do Sol), qual seu período sideral (orbital)?

Período Sinódico e Sideral

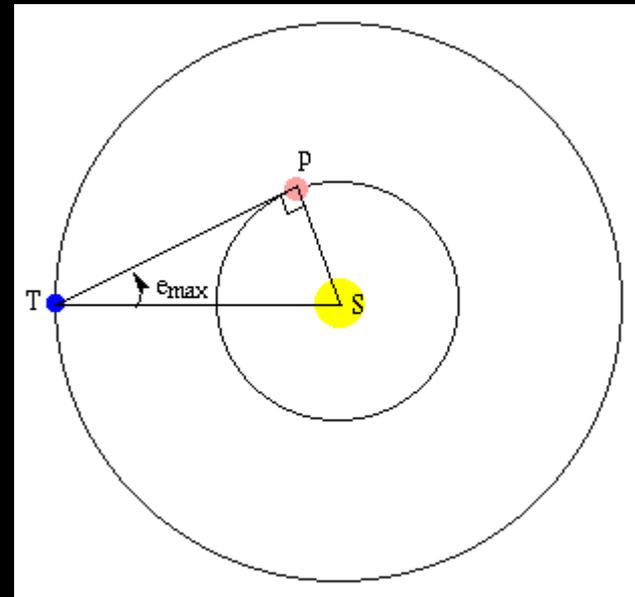
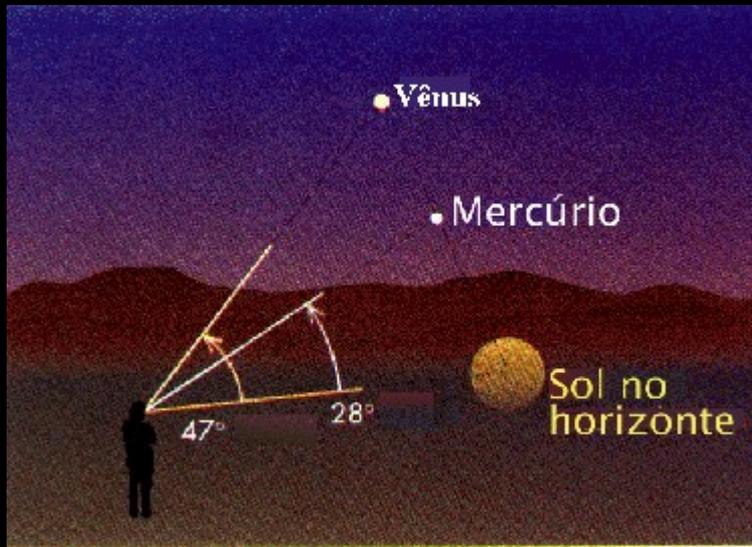
Exemplo 1: Sabendo-se que Marte leva 780 dias para nascer quando o Sol se põe (estar em oposição) duas vezes seguidas, qual é o período sideral (orbital) de Marte?

R: $P_E = 687$ dias

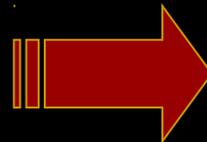
Exemplo 2: Sabendo-se que Vênus leva 583,93 dias para aparecer em elongação máxima a leste duas vezes seguidas (se põe 3 horas depois do Sol), qual seu período sideral (orbital)?

R: $P_I = 224,7$ dias

Distâncias dos planetas inferiores

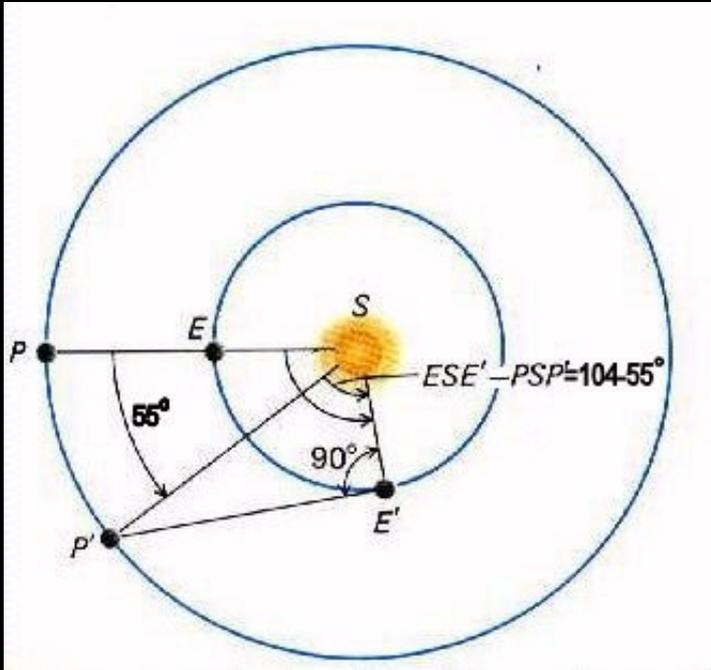


$$\text{sen } e_M = \frac{\text{distância}_{(\text{planeta-Sol})}}{\text{distância}_{(\text{Terra-Sol})}}$$



$$\text{Distância}_{(\text{planeta-Sol})} = 1 \text{ UA} \times \text{sen } e_M$$

Distâncias dos planetas superiores



Observando Marte, Copérnico viu que o intervalo de tempo decorrido entre uma *oposição* e uma *quadratura* é de *106 dias*.

Nesse período de 106 dias, a Terra percorre uma distância angular de $ESE'=104^\circ$

Como o período sideral de Marte é de 687 dias, então a distância angular percorrida por Marte nesse mesmo período de 106 dias será: $PSP'=55^\circ$ ($106/687 \times 360^\circ$).

Considerando o triângulo formado pelo Sol (S), Terra (E') e Marte (P') na quadratura (SE'P'), o ângulo entre o Sol e o planeta, visto da Terra, é 90° , e o ângulo entre Terra e Marte, visto do Sol, é $ESE' - PSP' = 104^\circ - 55^\circ = 49^\circ$.

$$\begin{aligned} \text{Distância}_{(\text{Sol-Marte})} &= 1 \text{ UA} / \cos 49^\circ \\ &= 1,52 \text{ UA} \end{aligned}$$

Distâncias dos planetas superiores

Planeta	Copérnico	Moderno
Mercúrio	0,38	0,387
Vênus	0,72	0,723
Terra	1	1
Marte	1,52	1,523
Júpiter	5,22	5,202
Saturno	9,17	9,554