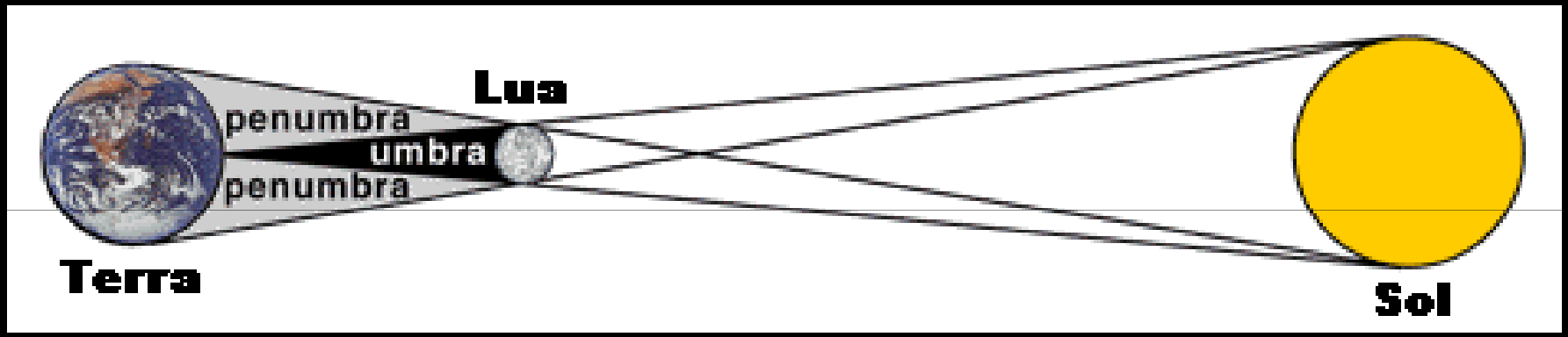
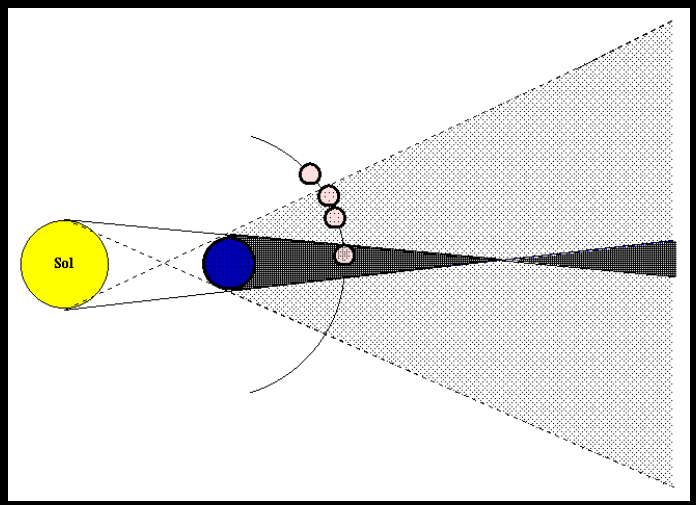
Movimento dos Planetas

Rogemar A. Riffel

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.

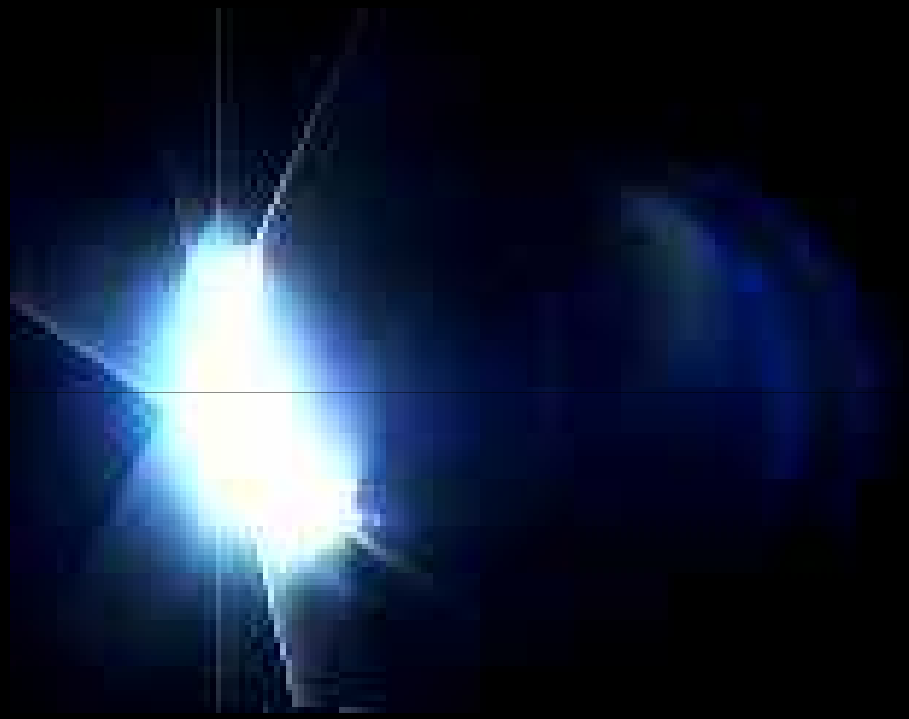
Penumbra: região da sobra que recebe luz de alguns pontos da fonte.

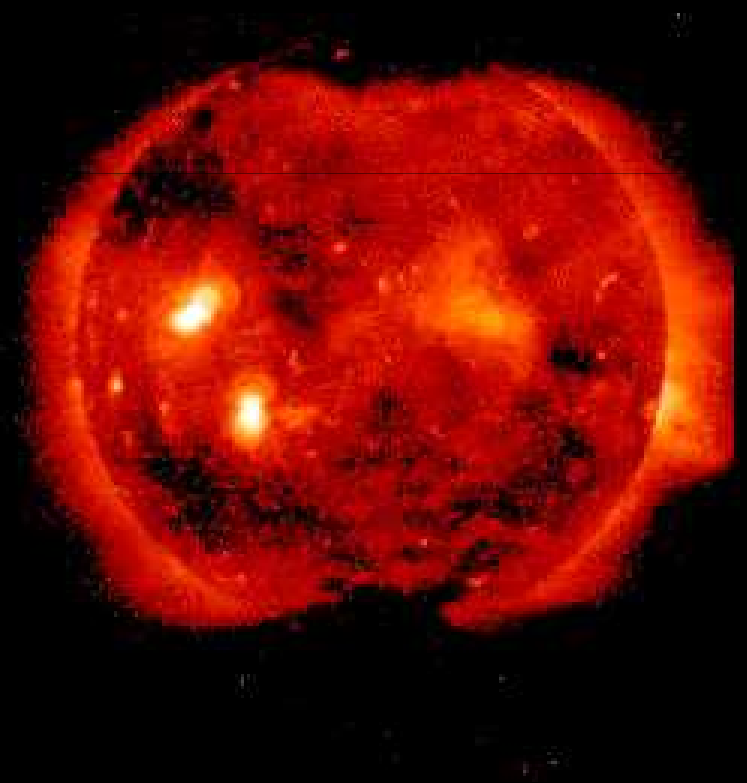
Revisão - Eclipses

Simulador de Eclipses!

Eclipse Solar

24 Out. 1995 - India





http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/images/eclipse_images.html

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

- $M > 75\ M_{Jup}$ => H em He => estrelas

- $13\ M_{Jup} < M < 75 M_{Jup}$ = deutério em trítio => anãs marrons

- $M < 13\ M_{Jup}$ => planetas

Movimento dos Planetas

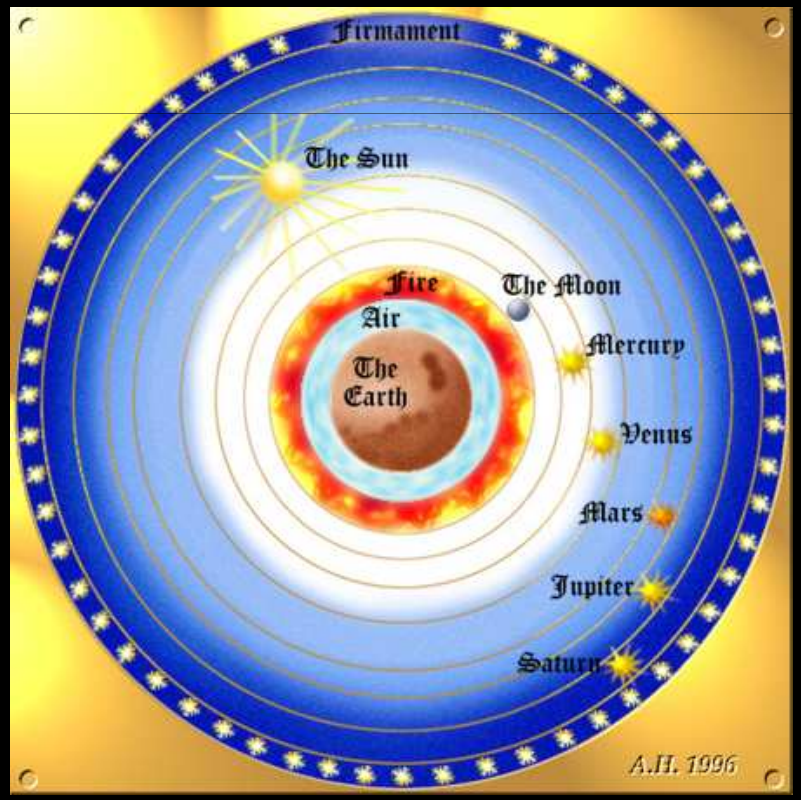
• Os planetas estão muito mais próximos de nós do que as estrelas, de forma que eles parecem se mover, ao longo do ano, entre as estrelas de fundo

• Esse movimento se faz, geralmente, de leste para oeste, mas em certas épocas o movimento muda, passando a ser de oeste para leste.

• 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.



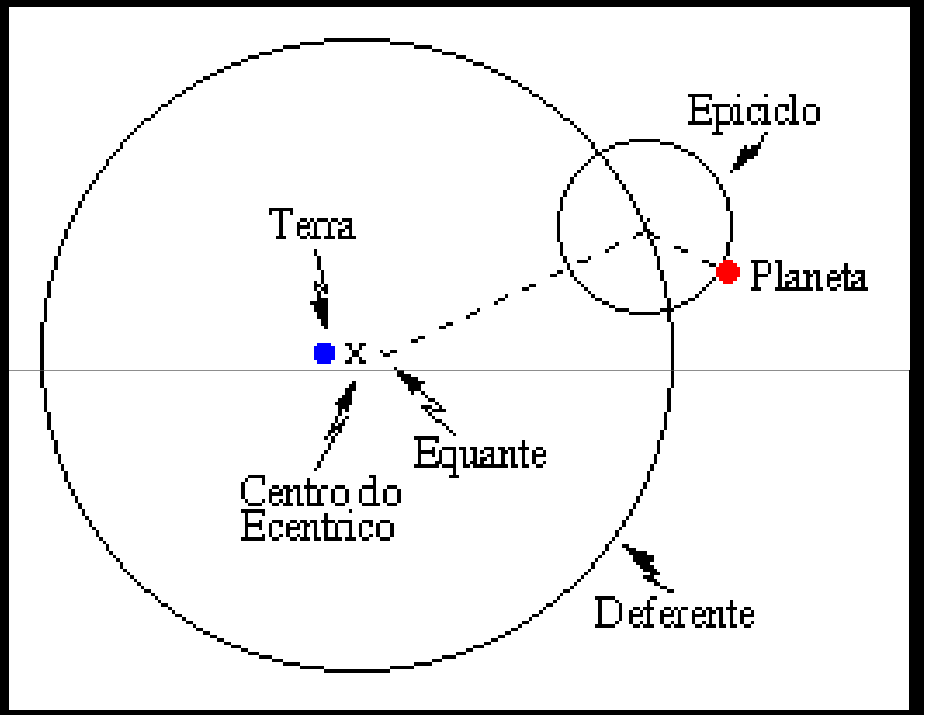
Problemas:

- 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!

Retrograde Motion in the Copernican System

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 28^0 para Mercúrio e 47^0 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.

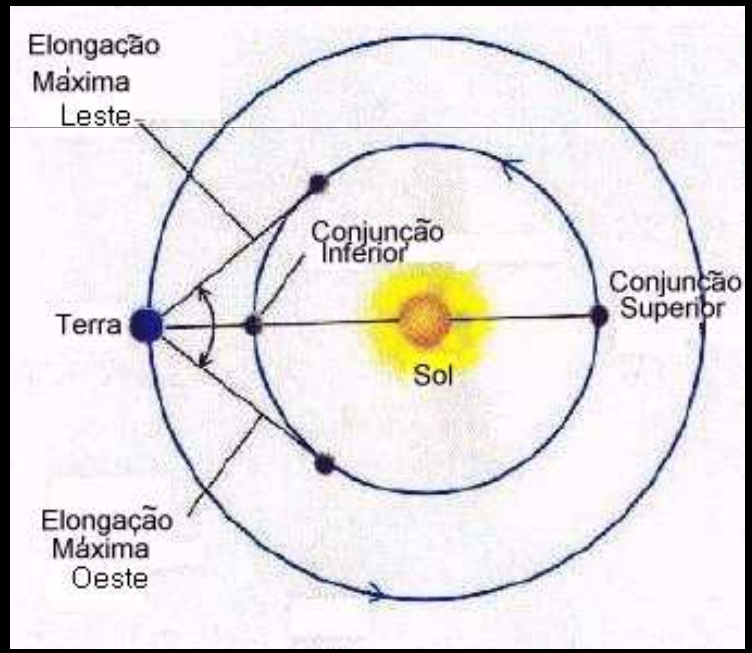
Elongação (e): distância angular do planeta ao Sol, vista da Terra.

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).



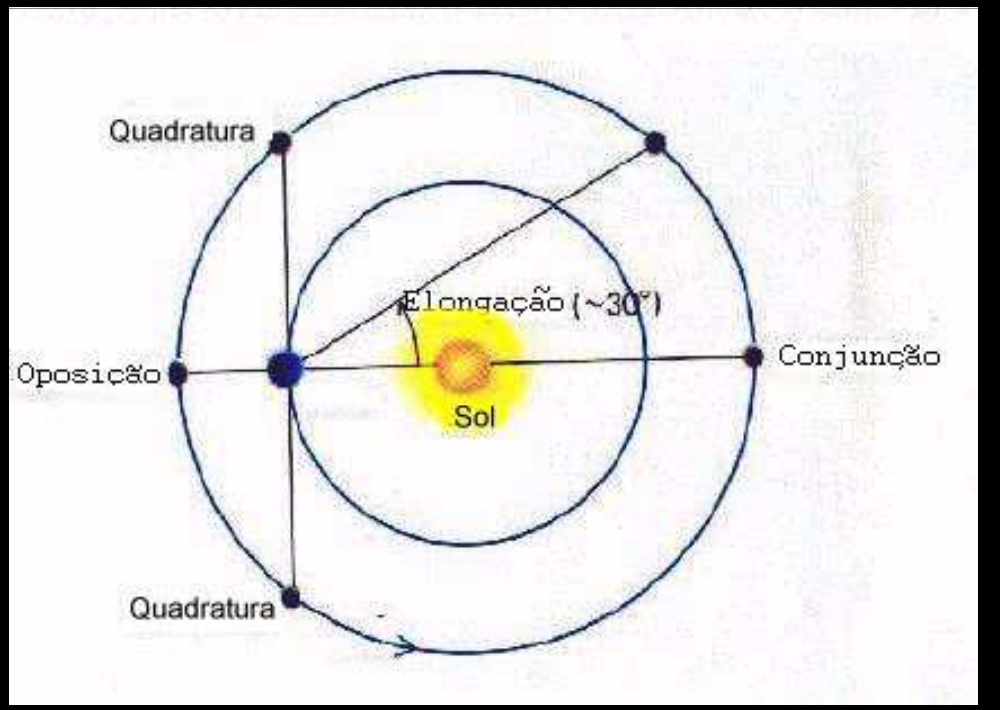
Configurações Planetárias

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=180^0). Está no céu durante toda a noite.

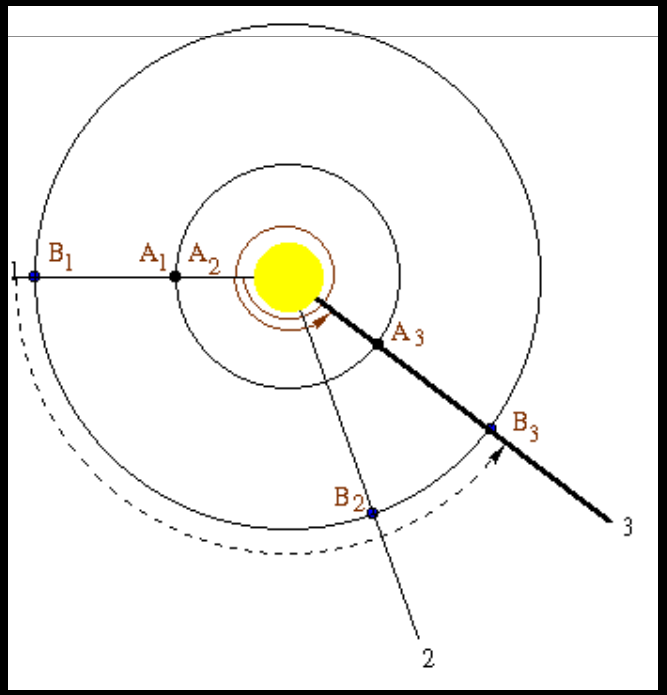
Quadratura (e=90^0): O planeta está 6h a leste do Sol (quadratura oriental) ou a oeste do Sol (quadratura ocidental).



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.

Período Sinódico e Sideral

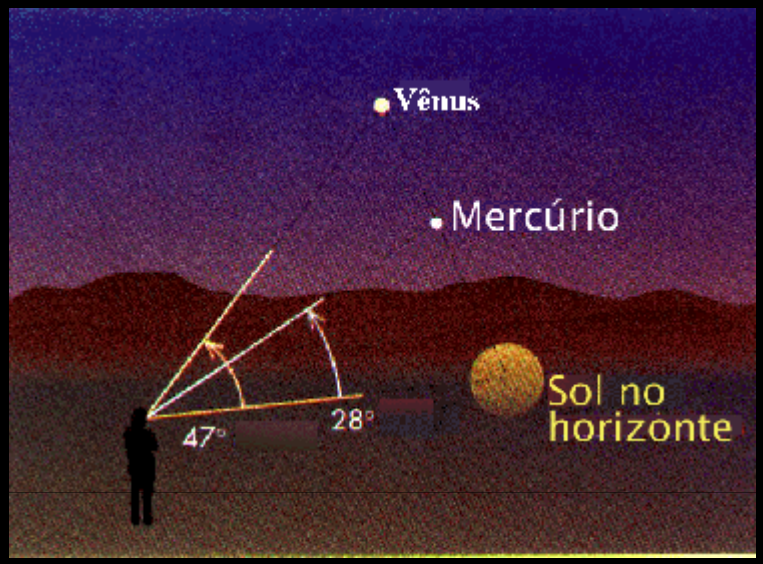
Exemplo 1: Sabendo-se que Marte leva 780 dias para nascer quando o Sol se põe (estar em oposição) duas vezes seguidas, qual é o período sideral (orbital) de Marte?

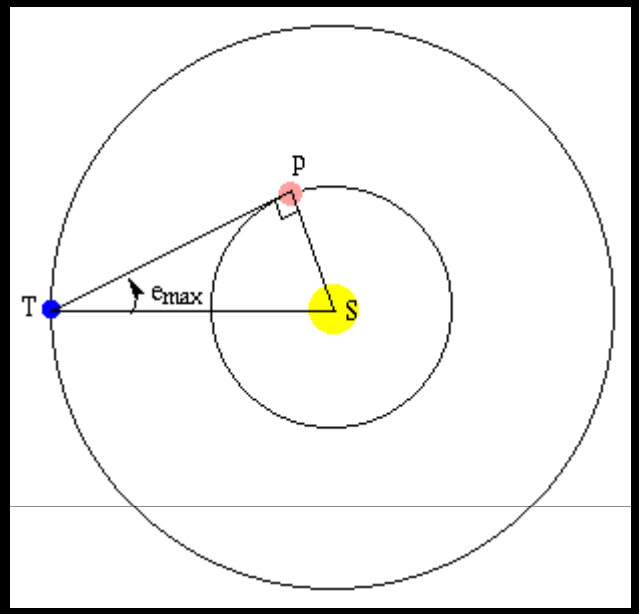
R: $P_E = 687$ dias

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

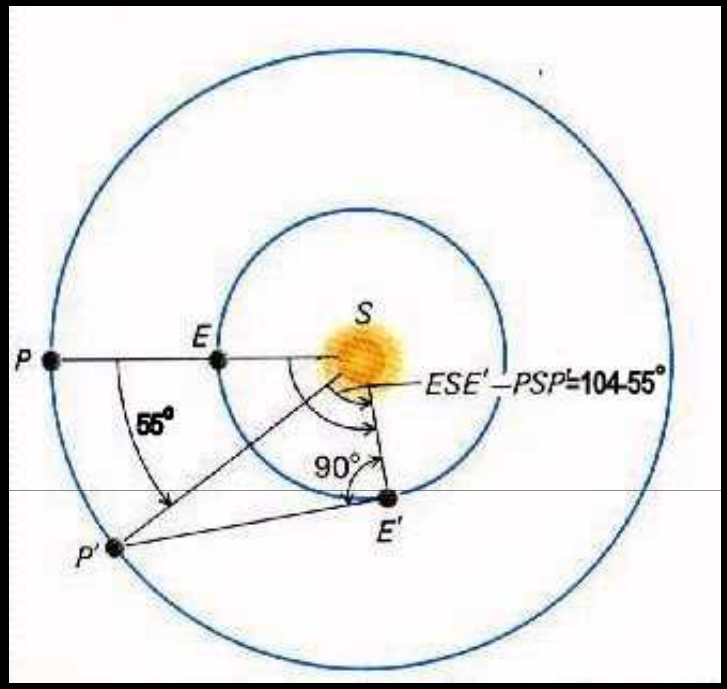




$$\text{sen}\, e_M = \frac{\text{distância}_{(\text{planeta}-\text{Sol})}}{\text{distância}_{(\text{Terra}-\text{Sol})}}$$

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

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°*

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°* (106/687 x 360°).

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°- 55 °= 49°.

$$\text{Distância}_{(\text{Sol-Marte})} = 1\ \text{UA}/\cos 49^0 = 1{,}52\ \text{UA}$$

Distâncias dos planetas superiores

Planeta	Copérnico	Moderno
Mercúrio	0,38	0,387
Vênus	0,72	0,723
Terra	1	1
Marte	1,52	1,52
Júpiter	5,22	5,2
Saturno	9,17	9,54