

## Física II

Kleber Brandão Damasceno

Rafael Peron de Marchi

Renan Almeida



### Questão 11.8 : Leis de Kepler

O asteroide Ícaro, descoberto em 1949, foi assim denominado por ter órbita muito excêntrica que o aproxima extraordinariamente do Sol, ao passar pelo periélio. A excentricidade de uma elipse define-se por  $d_p = a(1 - e)$ , em que  $d_p$  é a distância no periélio, “a” o semi-eixo maior da elipse e “e” a excentricidade. A excentricidade da órbita de Ícaro é de 0,83 e o seu período de revolução 1,1 ano.

- determinar o semi-eixo maior da órbita de Ícaro.
- Determinar as distâncias de Ícaro ao Sol no periélio e no afélio.

## RESOLUÇÃO:

Antes de iniciarmos, faremos uma breve introdução ao assunto. Com os dados de Tycho Brahe, Johannes Kepler descobriu que as trajetórias dos planetas em torno do sol eram elipses. Mostrou também que os planetas tinham velocidades maiores quando orbitavam nas proximidades do sol e menores quando estavam muito afastados. Kepler estabeleceu, por fim, um relação matemática precisa entre o período de um planeta e a sua distância média do sol, e enunciou os resultados da sua investigação em 3 leis empíricas do movimento dos planetas. Essas Leis proporcionaram a base para a descoberta para a lei da gravidade, feita por Newton. As 3 lei de Kepler são:

- 1ª Lei – Todos os planetas descrevem orbitas elípticas com o sol ocupando um dos focos.
- 2ª Lei – o Raio Vetor que une o sol a qualquer planeta varre áreas iguais em tempos iguais.
- 3ª Lei – O quadrado do período de revolução de um planta é proporcional ao cubo do semi-eixo maior de sua órbita.

Dados:

$$dp = a \times (1 - e)$$

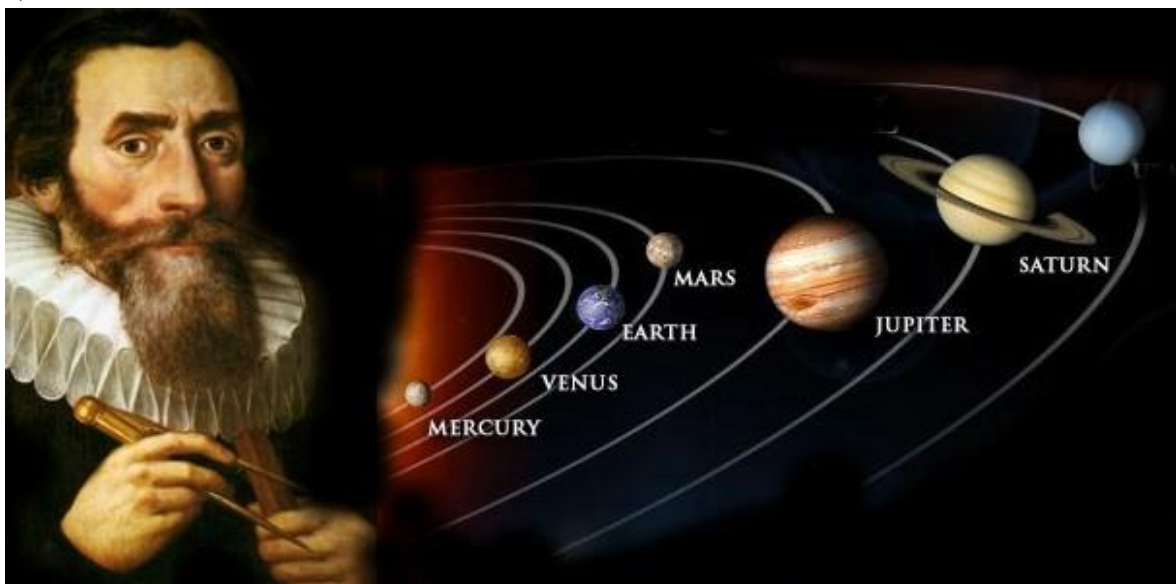
$$e_f = 0,83$$

$$T_f = 1,1 \text{ ano}$$

$$T_{(\text{Terra})} = 1 \text{ ano}$$

$$a_{(\text{Terra})} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m} = 1 \text{ UA (Unidade Astronômica)}$$

a)



Pela 3ª Lei de Kepler: O quadrado do período de revolução de um planeta é proporcional ao cubo do semi-eixo maior da sua órbita.

$$T^2 = C \times a^3$$

Em que “a” é a excentricidade maior da órbita elíptica do asteroide e também representa a distância média do asteroide ao Sol.

A constante “C” tem o mesmo valor para todos os corpos celestes próximos ao sistema solar e pode ser obtida através da terceira Lei aplicada a Terra:

$$T_{(Terra)}^2 = C \times (a_{(Terra)}^3)$$

$$C = T_{(Terra)}^2 / a_{(Terra)}^3$$

$$C = (1 \text{ ano})^2 / (1,50 \times 10^{11} \text{ m})^3$$

Sabendo-se os valores de “C” e “T<sub>i</sub>” é possível determinar o semi-eixo maior da órbita de Ícaro utilizando-se a 3ª Lei de Kepler:

$$(T_{\text{Ícaro}})^2 = C \times (a_{\text{Ícaro}})^3$$

$$(1,1 \text{ ano})^2 = ((1 \text{ ano})^2 / (1,50 \times 10^{11} \text{ m})^3) \times (a_{\text{Ícaro}}^3)$$

$$(a_{\text{Ícaro}}^3) = (1,1)^2 / (1 / (1,50 \times 10^{11} \text{ m})^3)$$

$$a_{\text{Ícaro}} = (1,1)^{2/3} \times 1,50 \times 10^{11} \text{ m ou}$$

$$a_{\text{Ícaro}} = (1,1)^{2/3} \times 1(\text{UA})$$

$$a_{\text{Ícaro}} = 1,598403355 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$a_{\text{Ícaro}} = 1,6 \times 10^{11} \text{ m}$$

b)

Sabendo-se o valor do semi-eixo maior “a” da órbita de Ícaro e o valor da excentricidade “e” de sua órbita podemos determinar a distância de Ícaro ao Sol no periélio através da seguinte relação:

$$dp = a \times (1 - e)$$

$$dp = 1,598403355 \times 10^{11} \text{ m} \times (1 - 0,83)$$

$$dp = 2,717285704 \times 10^{10} \text{ m}$$

$dp = 2,72 \times 10^{10} \text{ m}$
--------------------------------------



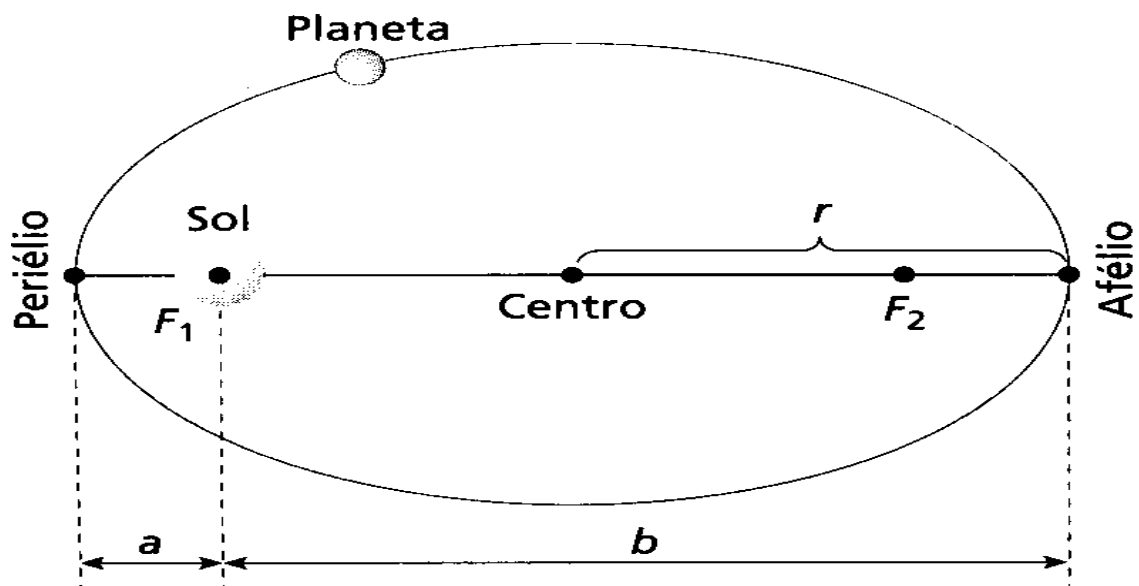
Para determinar a distância de Ícaro ao Sol no afélio, basta perceber que  $d_{\text{afélio}} = 2 \times a - d_{\text{periélio}}$ :

$$d_{\text{afélio}} = 2 \times 1,598403355 \times 10^{11} \text{ m} - 2,717285704 \times 10^{10} \text{ m}$$

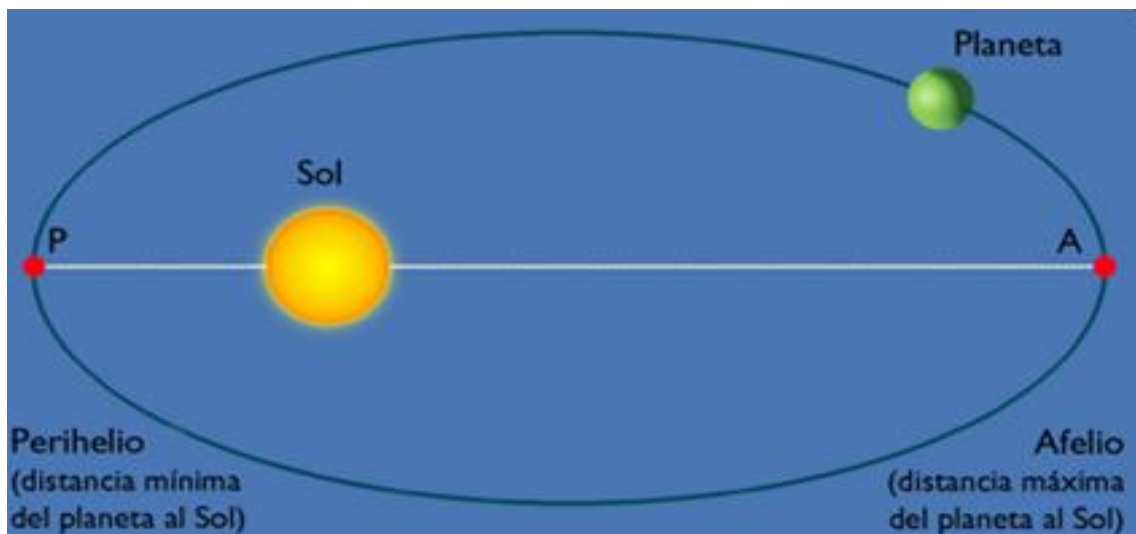
$$d_{\text{afélio}} = 2,92507814 \times 10^{11} \text{ m}$$

$d_{\text{afélio}} = 2,93 \times 10^{11} \text{ m}$
---

Observações:



A elipse é o lugar geométrico dos pontos que têm constante a soma das distâncias a dois pontos fixos. Na figura,  $r$  é o semi-eixo maior.



A figura acima mostra a órbita de um planeta em torno do sol. O ponto P, onde o planeta está a menor distância do Sol, é o periélio, e o ponto A, onde está mais afastado, é o afélio. A distância média entre o planeta e o Sol é igual ao semi-eixo maior da elipse.

Bibliografia:

Paul A.Tipler - Física para cientistas e engenheiros – Quarta edição; V1.