

Gravitação Universal

Assunto: Leis de Kepler

Aula 01 – As 3 leis de Kepler

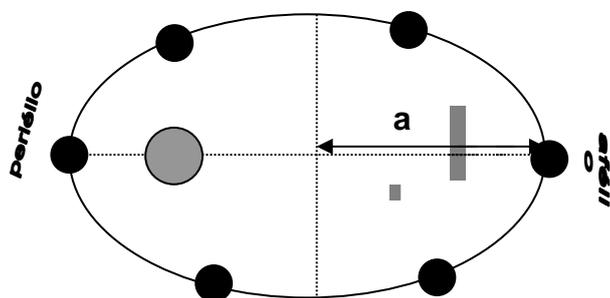
Para acompanhar esta aula em vídeo, vá na aba Aulas e clique em Gravitação Universal – [aula 01](#)

Introdução: Até o século XV, o homem concebia o Universo como um conjunto de esferas de cristal, com a Terra no centro. Essa concepção do Universo, denominada Geocentrismo, dominou toda a Antiguidade e Idade Média. Foi derrubada por pensadores como Nicolau Copérnico (1473 - 1543) e Galileu Galilei (1564 - 1642), que mostraram que nosso planeta gira em torno do Sol.

Leis de Kepler: As leis de Kepler descrevem o movimento dos planetas ao redor do Sol.

Primeira lei de Kepler

Em seu movimento em torno do Sol, os planetas descrevem órbitas elípticas, sendo um dos focos ocupado pelo Sol.



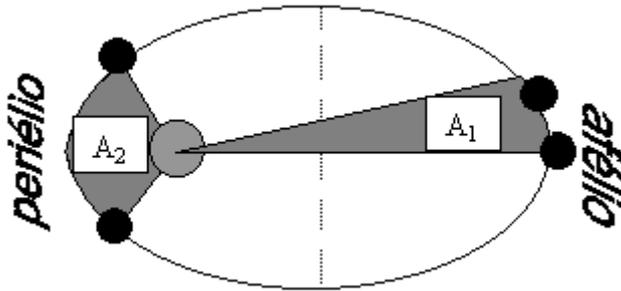
a = Raio médio da órbita

Periélio = ponto mais próximo do Sol.

Afélio = ponto mais afastado do Sol.

Segunda lei de Kepler

O raio-vetor - linha imaginária que une o Sol ao planeta, varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais.



O raio-vetor varre a mesma área no mesmo intervalo de tempo, porque nos pontos mais próximos do Sol o planeta se move mais rapidamente e, nos pontos mais afastados, mais lentamente. A velocidade dos planetas é **máxima** no periélio e **mínima** no afélio.

Obs. A razão entre a área varrida pelo raio-vetor e o tempo, é denominada de velocidade areolar. Cada planeta tem sua velocidade areolar bem definida. Esta velocidade areolar é constante para um determinado planeta, ou satélite. Observe também que do periélio para o afélio o planeta terá um movimento retardado e do afélio para o periélio o movimento é acelerado.

Terceira lei de Kepler

O quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol.

Matematicamente temos: $T^2 = k \cdot a^3$ onde: $\begin{cases} T \text{ é o período do planeta} \\ a \text{ é a distância média ao Sol} \\ k \text{ é uma constante.} \end{cases}$

Curiosidade: O valor de k para o sistema solar é $k = 3 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$

A tabela a seguir mostra os valores das distâncias médias ao Sol de cada um dos planetas do sistema solar e os seus respectivos períodos. A unidade de medida das distâncias é a distância média da Terra ao Sol ($1,49 \cdot 10^8 \text{ km}$), chamada **unidade astronômica** (u.a). A unidade de medida dos períodos é o **ano terrestre**.

PLANETA	DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL (u.a.)	Período (ano terrestre)
Mercúrio	0,387	0,241
Vênus	0,713	0,615
Terra	1	1
Marte	1,524	1,881
Júpiter	5,203	11,86
Saturno	9,540	29,46
Urano	19,18	84,01
Netuno	30,07	164,8
Plutão (Não é mais planeta)	39,44	248,4

Exercício de aprendizagem:

1) (Mack-SP) - De acordo com uma das leis de Kepler, cada planeta completa (varre) áreas iguais em tempos iguais em torno do Sol. Como as órbitas são elípticas e o Sol ocupa um dos focos, conclui-se que:

I) quando o planeta está mais próximo do Sol, sua velocidade aumenta.

II) quando o planeta está mais distante do Sol, sua velocidade aumenta.

III) a velocidade do planeta em sua órbita elíptica independe da sua posição relativa ao Sol.

Responda de acordo com o código a seguir.

- a) Somente a proposição I é correta
- b) Somente a proposição II é correta
- c) Somente as proposições II e III são corretas
- d) Todas as proposições são corretas
- e) Todas as proposições são falsas

2) (Uerj) - A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol. Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B, de C para D e de E para F são iguais, então as áreas A_1 , A_2 , e A_3 - apresentam a seguinte relação:

- a) $A_1 = A_2 = A_3$
- b) $A_1 > A_2 = A_3$
- c) $A_1 < A_2 < A_3$
- d) $A_1 > A_2 > A_3$

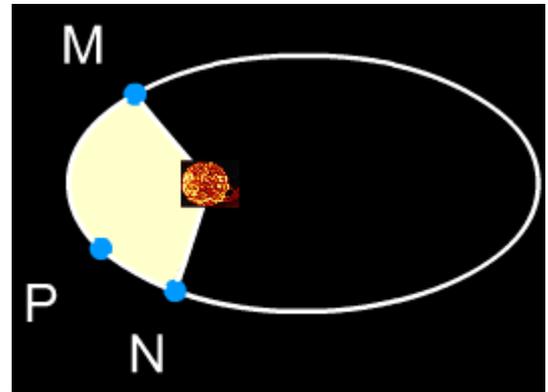
3) Considere um satélite artificial em órbita circular. Duplicando a massa do satélite sem alterar o seu período de revolução, o raio da órbita será:

- a) duplicado.
- b) quadruplicado.
- c) reduzido à metade.
- d) reduzido à quarta parte.
- e) o mesmo.

4) (UFMS-RS) - Dois satélites, A e B, estão em órbitas circulares ao redor da Terra, conforme a figura. As velocidades angulares de A e B são ω_A e ω_B , respectivamente, enquanto seus períodos são T_A e T_B , respectivamente. Pode-se afirmar então que:

- a) $W_A > W_B$, $T_B > T_A$
- b) $W_A > W_B$, $T_B = T_A$
- c) $W_A = W_B$, $T_B > T_A$
- d) $W_A < W_B$, $T_B < T_A$
- e) $W_A < W_B$, $T_B > T_A$

5) (Odonto - Diamantina) - As leis de Kepler definem o movimento da Terra em torno do Sol. Na figura, a área hachurada é igual a um quarto da área total da elipse. Assim, o tempo gasto pela Terra para percorrer o trajeto MPN é, aproximadamente, em meses, igual a:



- a) 9
- b) 6
- c) 4
- d) 3
- e) 1

6) Um satélite artificial em órbita circular dista R do centro da Terra e o seu período é T . Um outro satélite também em órbita circular tem período igual a $8T$. Determine o raio de sua órbita.

Exercícios de Fixação:

- 1) (Ufrgs) Considere o raio médio da órbita de Júpiter em torno do Sol igual a 5 vezes o raio médio da órbita da Terra. Segundo a 3ª Lei de Kepler, o período de revolução de Júpiter em torno do Sol é de aproximadamente
- a) 5 anos.
 - b) 11 anos.
 - c) 25 anos.
 - d) 110 anos.
 - e) 125 anos.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O ano de 2009 foi proclamado pela UNESCO o Ano Internacional da Astronomia para comemorar os 400 anos das primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei através de telescópios e, também, para celebrar a Astronomia e suas contribuições para o conhecimento humano.

O ano de 2009 também celebrou os 400 anos da formulação da Lei das Órbitas e da Lei das Áreas por Johannes Kepler. A terceira lei, conhecida como Lei dos Períodos, foi por ele formulada posteriormente.

2) (Ufrgs) Sobre as três leis de Kepler são feitas as seguintes afirmações

- I. A órbita de cada planeta é uma elipse com o Sol em um dos focos.
- II. O segmento de reta que une cada planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.
- III. O quadrado do período orbital de cada planeta é diretamente proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

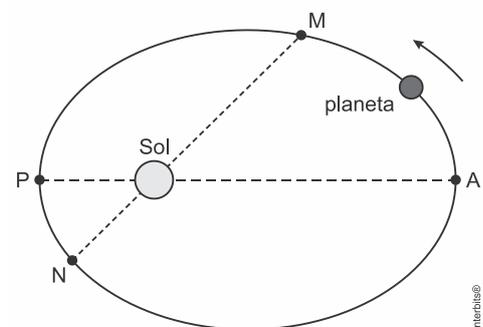
Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

3) (Uefs) A figura representa a trajetória elíptica de um planeta em movimento de translação ao redor do Sol e quatro pontos sobre essa trajetória: M, P (periélio da órbita), N e A (afélio da órbita).

O módulo da velocidade escalar desse planeta

- a) sempre aumenta no trecho MPN
- b) sempre diminui no trecho NAM
- c) tem o mesmo valor no ponto A e no ponto P.
- d) está aumentando no ponto M e diminuindo no ponto N.
- e) é mínimo no ponto P e máximo no ponto A.



4) (Udesc) Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio.

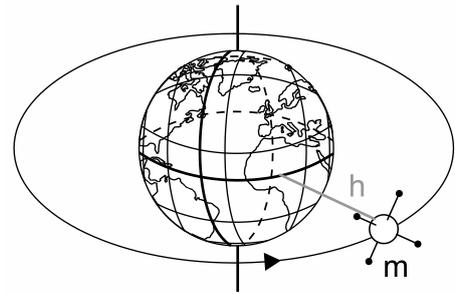
Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

5) (Famerp 2018) Um satélite de massa m foi colocado em órbita ao redor da Terra a uma altitude h em relação à superfície do planeta, com velocidade angular ω .

Para que um satélite de massa $2 \cdot m$ possa ser colocado em órbita ao redor da Terra, na mesma altitude h , sua velocidade angular deve ser

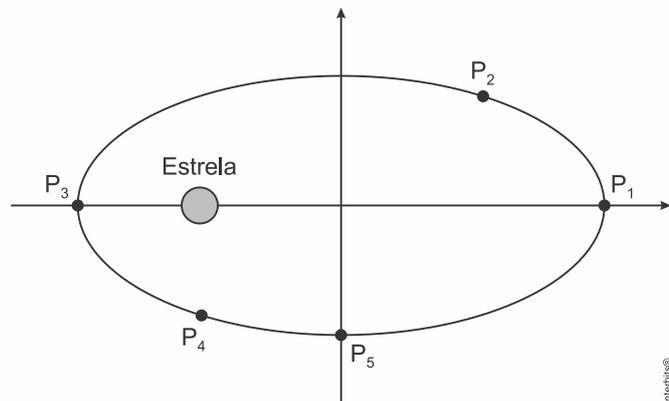
- a) $\frac{3 \cdot \omega}{4}$
- b) ω
- c) $2 \cdot \omega$
- d) $\frac{\omega}{2}$
- e) $\frac{4 \cdot \omega}{3}$



(www.inpe.br. Adaptado.)

6) (Upe-ssa) A figura a seguir ilustra uma representação esquemática de um exoplaneta, orbitando uma estrela em uma trajetória elíptica. Então, a expressão que relaciona corretamente as energias cinéticas $E_1, E_2, E_3, E_4,$ e E_5 do movimento de translação do planeta em cada um dos pontos $P_1, P_2, P_3, P_4,$ e P_5 , respectivamente, é

- a) $E_1 < E_2, E_3 < E_4$ e $E_4 > E_5$
- b) $E_1 < E_3, E_2 > E_4$ e $E_3 < E_5$
- c) $E_3 > E_4, E_1 < E_2$ e $E_5 < E_3$
- d) $E_4 < E_5, E_3 = E_1$ e $E_2 = E_4$
- e) $E_2 > E_3, E_2 = E_4$ e $E_3 > E_4$



Interbits®

Respostas:

Exercícios de aprendizagem:

- 1) a (ao meu ver essa questão foi um pouco mal formulada. Se vc partir do principio que o planeta está na posição mais próxima do Sol, a partir daí ele perderá velocidade. Deveria ser quando o planeta se aproxima do sol, sua velocidade aumenta. Mas o gabarito oficial estava a letra a)
- 2) a 3) e 4) a 5) d 6) $R' = 4R$

Exercícios de Fixação:

- 1) b 2) e 3) d 4) c 5) b (lembre que o período depende da órbita e não da massa) 6) c