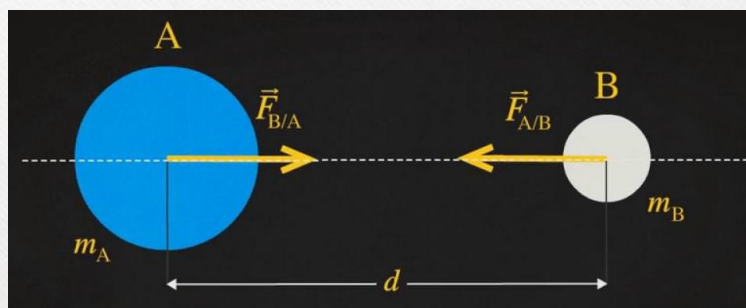




Gravitação

- **Lei de Newton da Gravitação Universal**

“Duas partículas de massas m_1 e m_2 interagem com forças de atração cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.”



$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

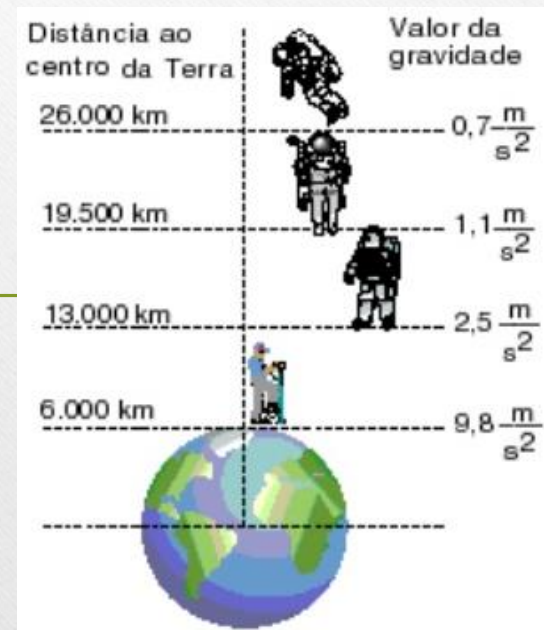
Constante de gravitação universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$



- O campo gravitacional do planeta

$$g_h = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2} \quad g_{sup} = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

$$\frac{g_h}{g_{sup}} = \left(\frac{R}{R+h} \right)^2$$

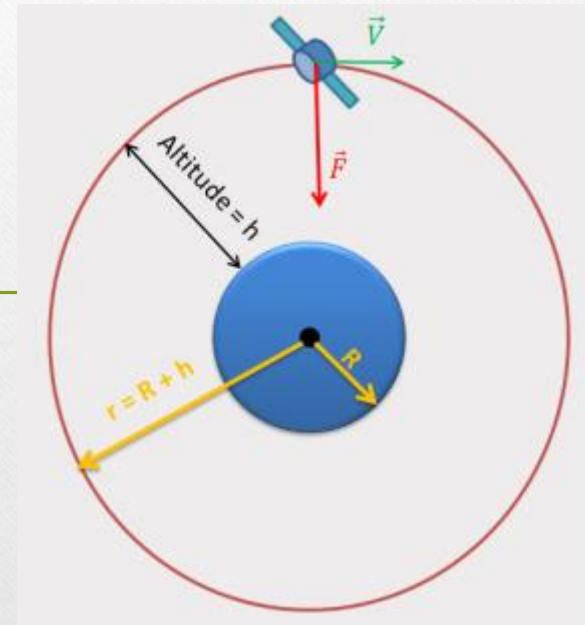




- Energia potencial gravitacional

$$E_{ph} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{R+h}$$

$$h \rightarrow \infty \Rightarrow E_p \rightarrow 0$$

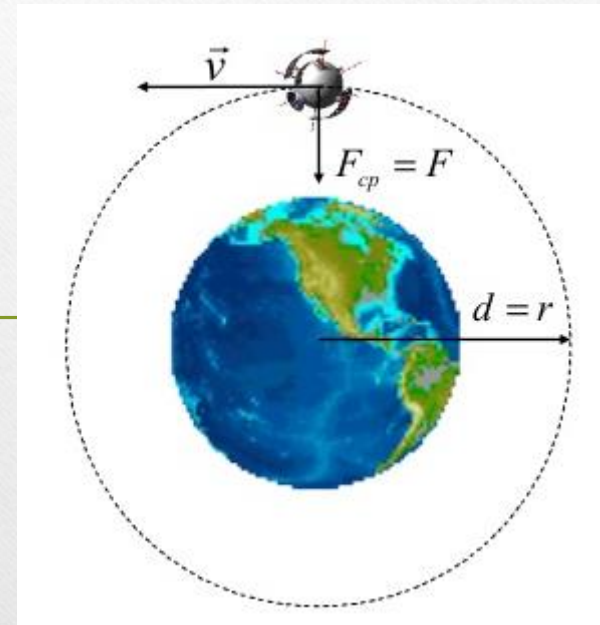


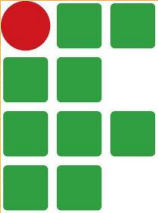


- Velocidade orbital

$$v_h = \sqrt{\frac{G.M}{R+h}}$$

$$v_{sup} = \sqrt{\frac{G.M}{R}}$$





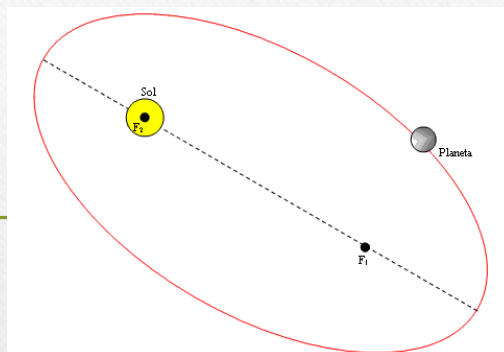
INSTITUTO FEDERAL

São Paulo

Campus Bragança Paulista

• 1ª Lei de Kepler

“A órbita dos planetas é uma elipse em que o Sol ocupa um dos focos.”



Consequência: a distância do planeta ao Sol é variável.

Ex.: Terra - periélio $\approx 147 \cdot 10^6$ km, afélio $\approx 152 \cdot 10^6$ km.

* **Periélio:** ponto da órbita mais próximo do Sol.

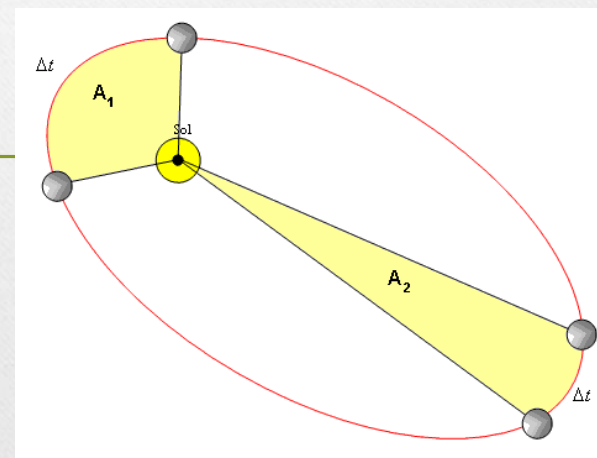
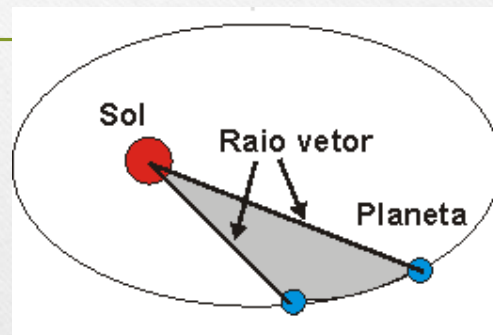
* **Afélio:** ponto da órbita mais distante do Sol.



• 2ª Lei de Kepler

“A linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais.”

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 \Rightarrow A_1 = A_2$$



Consequência: a velocidade é variável, maior no periélio e menor no afélio.



• 3ª Lei de Kepler

“A razão entre o quadrado do período e o cubo do semieixo maior da órbita de um planeta é constante.”

$$\frac{T^2}{R^3} = \textit{constante}$$

Consequência: quanto maior R, maior será T. Ex.: no Sistema Solar, o ano em Mercúrio tem duração menor do que o ano em Marte.

Obs.: nos exercícios, em geral R será o raio médio da órbita.

Exercícios

01) Dois corpos esféricos e homogêneos de mesma massa têm seus centros separados por uma certa distância, maior que o seu diâmetro. Se a massa de um deles for reduzida à metade e a distância entre seus centros, duplicada, o módulo da força de atração gravitacional que existe entre eles ficará multiplicado por:

- a) 8 b) 4 c) 1 d) 1/4 e) 1/8

Resp.: e

02) No Sistema Solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão $[F(\text{Sat})/F(\text{T})]$ entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força gravitacional com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

- a) 1000 b) 10 c) 1 d) 0,1 e) 0,001

Resp.: c

03) Dois corpos A e B, de massas $16M$ e M , respectivamente, encontram-se no vácuo e estão separadas de uma certa distância. Observa-se que um outro corpo, de massa M , fica em repouso quando colocado no ponto P, conforme a figura. A razão x/y entre as distâncias indicadas é igual a:

- a) 2 b) 4 c) 6 d) 8 e) 16

Resp.: b

04) Considerando que na Terra a aceleração da gravidade é de 10 m/s^2 , qual é a aceleração da gravidade g' em um planeta que possui a mesma massa e metade do diâmetro da Terra?

- a) 10 m/s^2 b) 20 m/s^2 c) 5 m/s^2 d) 40 m/s^2 e) $2,5 \text{ m/s}^2$

Resp.: d

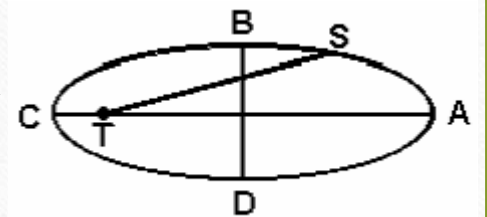
05) A aceleração gravitacional na superfície de Marte é cerca de 2,6 vezes menor do que a aceleração gravitacional na superfície da Terra (a aceleração gravitacional na superfície da Terra é aproximadamente 10 m/s^2). Um corpo pesa, em Marte, 77 N. Qual é a massa desse corpo na superfície da Terra?

- a) 30 kg b) 25 kg c) 20 kg d) 12 kg e) 7,7 kg

Resp.: c

06) Um satélite artificial S descreve uma órbita elíptica em torno da Terra, sendo que a Terra está no foco, conforme a figura. Indique a alternativa correta:

- a) A velocidade do satélite é sempre constante
b) A velocidade do satélite cresce à medida que o satélite caminha ao longo da curva ABC
c) A velocidade do ponto B é máxima
d) A velocidade do ponto D é mínima
e) A velocidade tangencial do satélite é sempre nula



Resp.: b

07) O raio médio da órbita de Marte em torno do Sol é aproximadamente quatro vezes maior do que o raio médio da órbita de Mercúrio em torno do Sol. Assim, a razão entre os períodos de revolução, T_1 e T_2 , de Marte e de Mercúrio, respectivamente, vale aproximadamente:

- a) $T_1/T_2 = 1/4$ b) $T_1/T_2 = 1/2$ c) $T_1/T_2 = 2$ d) $T_1/T_2 = 4$ e) $T_1/T_2 = 8$

Resp.: e

08) 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

Resp.: e

09) Estima-se que, em alguns bilhões de anos, o raio médio da órbita da Lua estará 50% maior do que é atualmente. Naquela época, seu período, que hoje é de 27,3 dias, seria:

- a) 14,1 dias b) 18,2 dias c) 27,3 dias d) 41,0 dias e) 50,2 dias

Resp.: e

10) “Perder peso” é prioridade de muitas pessoas que se submetem às mais diversas dietas, algumas absurdas do ponto de vista nutricional. O gato Garfield, personagem comilão, também é perseguido pelo padrão estético que exige magreza, mas resiste a fazer qualquer dieta, como mostra o “diálogo” abaixo.

Analisando a “resposta” de Garfield, você:

- a) concorda com ele, pois, se o seu peso se tornar menor em outro planeta, sua massa também diminuirá.
- b) discorda dele, pois o peso de um corpo independe da atração gravitacional exercida sobre ele pelo planeta.
- c) concorda com ele, pois o peso de um corpo diminui quando a atração gravitacional exercida pelo planeta sobre ele é menor.
- d) discorda dele, pois seu peso não poderá diminuir, se sua massa permanecer constante.
- e) discorda dele, pois, se a gravidade do outro planeta for menor, a massa diminui, mas o peso não se altera.

Resp.: c



Desafio!

As comunicações entre o transatlântico e a Terra são realizadas por meio de satélites que se encontram em órbitas geostacionárias a 29.600 km de altitude em relação à superfície terrestre, como ilustra a figura a seguir. Considerando o raio da Terra 6.400 km e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (na superfície), determine para essa altitude:

- a) a aceleração da gravidade;
- b) a velocidade linear do satélite.

Resp.: a) 0,30 m/s²; b) 2.500 m/s.

