



FÍSICA

LEI DA GRAVITAÇÃO DE NEWTON

meSalva!



ENGENHARIA



COMECE A ESTUDAR AGORA!

Confira as aulas em vídeo e exercícios resolvidos na plataforma do Me Salva!



Acesse o conteúdo completo com a câmera do seu celular ou tablet pelo QR Code ao lado.

1 INTRODUÇÃO À LEI DE NEWTON DA GRAVITAÇÃO

Por que não caímos da Terra? Por que a Terra orbita o Sol? Por que quando soltamos um objeto ele cai em direção ao chão? Essas perguntas são respondidas pela Lei da Gravitação Universal de Newton.

Considere dois corpos de massas m_1 e m_2 , segundo a Lei da Gravitação, estes dois corpos vão se atrair com uma força F proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade:



$$F_g = \frac{G \cdot m_1 m_2}{R^2}$$

Sendo R a distância entre os corpos, G a constante gravitacional universal,

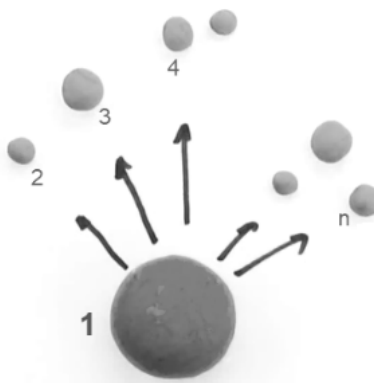
$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2.$$

Mas então por que quando estamos andando na rua e passamos por uma árvore não somos atraídos por ela e ficamos grudados nela?

Isso não acontece porque a atração depende da massa dos corpos e a massa do nosso corpo e a massa de uma árvore são muito pequenos para gerar esse acontecimento bizarro.

2 PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO

Considere o corpo 1 abaixo. Se tivermos n corpos próximos ao corpo 1, sabemos que todos exercem uma força de atração sobre 1:



Queremos determinar a força de atração resultante sobre o corpo 1. Para isso, vamos usar o Princípio da Superposição, que nos diz que a força resultante em 1 vai ser igual à soma da força de atração exercida por cada um dos corpos sobre o corpo 1:

$$\vec{F}_{1,R} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots + \vec{F}_{1n}$$

3 GRAVIDADE NA TERRA E EM OUTROS PLANETAS

Sabemos, lá da 2a Lei de Newton, que uma força pode ser calculada por:

$$F = m \cdot a$$

COMECE A ESTUDAR AGORA!

Confira as aulas em vídeo e exercícios resolvidos na plataforma do Me Salva!

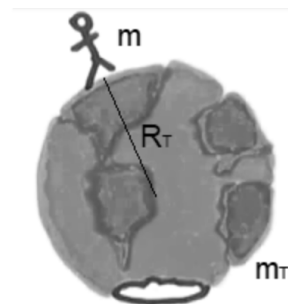


Acesse o conteúdo completo com a câmera do seu celular ou tablet pelo QR Code ao lado.

Portanto, a força da gravidade F_g pode ser calculada considerando a massa da Terra m_T e a aceleração da gravidade a_g (ou g):

$$F_g = m_T \cdot a_g$$

Considerando uma pessoa de massa m na superfície da Terra, a atração desse corpo pelo centro da Terra estará relacionada ao raio R_T da Terra e à massa m_T da Terra, ambos constantes.



$$F_g = \frac{G \cdot m_T \cdot m}{R_T^2}$$

Igualando esta equação à obtida pela 2ª Lei de Newton, obtemos

$$m_T \cdot a_g = \frac{G \cdot m \cdot m_T}{R_T^2}$$

Isolando a_g , temos:

$$a_g = \frac{G \cdot m_T}{R_T^2}$$

Substituindo os valores da massa da Terra $m_T = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$ e o raio da Terra $R_T = 6371 \times 10^3 \text{ m}$:

$$a_g = \frac{(6,67 \times 10^{-11}) \cdot (5,972 \times 10^{24})}{(6371 \times 10^3)^2} = 9,8136467 \text{ m/s}^2$$

Para fins didáticos, podemos considerar a aceleração da gravidade como uma constante

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Na verdade, a aceleração da gravidade varia um pouco com a latitude e a altitude onde encontra-se um corpo. Isso ocorre por alguns motivos:

1. A Terra não é uma esfera perfeita, logo, o raio não é o mesmo em qualquer ponto da superfície.
2. A massa da Terra não é uniformemente distribuída ao longo do planeta.
3. A Terra está girando, portanto a aceleração é um pouco menor do que a calculada.

GRAVIDADE EM OUTROS PLANETAS

Para calcularmos a aceleração em outros planetas, podemos usar a mesma equação que utilizamos para o cálculo da aceleração da gravidade na Terra:

$$a_g = \frac{G \cdot m}{R^2}$$

COMECE A ESTUDAR AGORA!

Confira as aulas em vídeo e exercícios resolvidos na plataforma do Me Salva!



Acesse o conteúdo completo com a câmera do seu celular ou tablet pelo QR Code ao lado.

Exemplo:

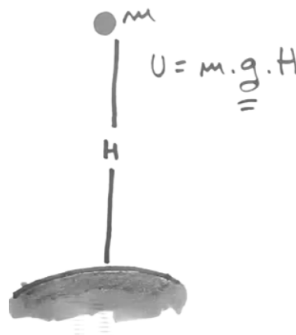
Calcule a aceleração da gravidade em Marte, sabendo que $m = 6,39 \times 10^{23} \text{ kg}$ e $R = 3390 \times 10^3 \text{ m}$. Lembre-se $G = 6,67 \times 10^{-11}$.

Basta substituírmos os valores na equação:

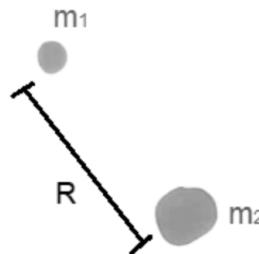
$$a_g = \frac{G \cdot m}{R^2} = 3,70 \text{ m/s}^2$$

4 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

A energia potencial que um corpo possui devido à atração gravitacional da Terra, é chamada de Energia Potencial Gravitacional. Ela depende da posição de um corpo em relação a um nível de referência. Quando temos corpo muito grande em relação a outro, por exemplo uma bolinha de tênis em relação à Terra, consideramos apenas a energia U da bolinha.



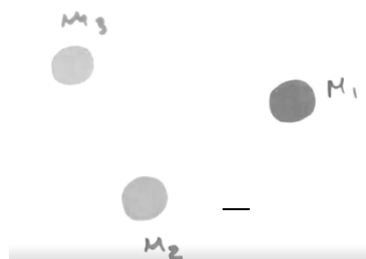
Porém, quando dois corpos possuem massas próximas, devemos falar da energia do sistema, e utilizamos:



Note que quando o raio R é muito grande, a energia vai tender a 0. Por outro lado, quando o raio vai ficando muito pequeno a energia vai diminuindo, por isso temos um sinal negativo.

SISTEMA DE PARTÍCULAS

Considere o sistema de partículas abaixo:



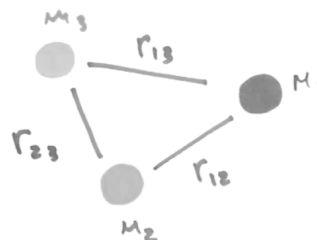
Queremos determinar a Energia Potencial Gravitacional de todo o sistema. Para isso precisamos calcular a U de cada par:

COMECE A ESTUDAR AGORA!

Confira as aulas em vídeo e exercícios resolvidos na plataforma do Me Salva!



Acesse o conteúdo completo com a câmera do seu celular ou tablet pelo QR Code ao lado.



$$U = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_3}{r_{13}} - \frac{G \cdot m_2 \cdot m_3}{r_{23}} - \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r_{12}}$$

IMPORTANTE! No SI, a unidade de energia é o Joule, representado pela letra J . Ele equivale a 1 N.m , ou seja $1 \text{ Kg.m}^2/\text{s}^2$.