

# Revisão de Física (1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> Anos)

## Aula 8

Vagson L. Carvalho-Santos  
Sacramentinas

28 de Abril de 2010

# Lei da Gravitação Universal

- Nesta aula, discutiremos a lei de interação das massas (**Lei da Gravitação Universal**), inicialmente formulada por Newton, com base nas observações de Kepler e Galileu.
- Apesar de atualmente entendermos a gravidade de um jeito diferente, a proposta de Newton descreve com uma precisão razoável os movimentos de corpos celestiais.

# Lei da Gravitação Universal

- Nesta aula, discutiremos a lei de interação das massas (**Lei da Gravitação Universal**), inicialmente formulada por Newton, com base nas observações de Kepler e Galileu.
- Apesar de atualmente entendermos a gravidade de um jeito diferente, a proposta de Newton descreve com uma precisão razoável os movimentos de corpos celestiais.







# Leis de Kepler para o Movimento dos Planetas

- A 3ª Lei de Kepler, também conhecida como lei dos períodos e relaciona o intervalo de tempo que um planeta leva para dar uma volta completa em torno do Sol com a distância média desse planeta ao Sol, ou seja, O quadrado do período de giro de um planeta em torno do Sol é proporcional ao cubo do raio da órbita desse planeta.

$$T^2 = kR^3,$$

onde  $k$  é uma constante a ser determinada posteriormente.

## Exercício 1

(UDESC 2008) O raio da órbita do Urano em torno do Sol é  $2,90 \times 10^{12} m$ . Considerando o raio de órbita da Terra  $1,50 \times 10^{11} m$ , o período de revolução do Urano em torno do Sol, expresso em anos terrestres, é de:

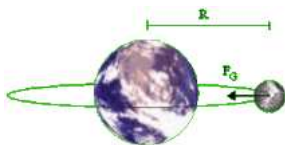
- a) 85,0 anos
- b) 1,93 anos
- c) 19,3 anos
- d) 1,50 anos
- e) 150 anos

# Lei da Gravitação Universal

- A partir das leis de Kepler, Isaac Newton tinha em mão os dados necessários para investigar a lei de interação entre os planetas. A lei de Gravitação Universal pode ser escrita como: Dois corpos com massa se atraem na razão direta de suas massas e inversa do quadrado de suas distâncias, ou seja,

$$F_G = G \frac{Mm}{d^2}$$

, onde  $G \approx 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ .



# Lei da Gravitação Universal de Newton

- Dessa forma, a gravidade é uma interação a distância, sendo uma força de campo. O campo associado a tal força é o **campo gravitacional**.
- Dado um objeto em queda livre, podemos demonstrar que sua aceleração é independente de sua massa.

$$F_G = P \rightarrow G \frac{Mm}{d^2} = mg \rightarrow g = G \frac{M}{d^2},$$

- ou seja, a aceleração de um corpo em queda livre não depende da massa do corpo, mas apenas da massa do planeta. Na superfície da Terra,  $g \approx 9,8 m/s^2$ .

# Lei da Gravitação Universal

- Além disso, podemos discutir o período da órbita de um planeta em torno do Sol, ou de um satélite em torno da Terra.
- Já sabemos que a velocidade de um corpo em movimento circular uniforme é dada por  $v = \frac{2\pi R}{T}$ . Além disso, sabemos que a força necessária para um corpo permanecer girando é a força centrípeta  $F_C = \frac{mv^2}{R}$ , então:

$$F_C = F_G \rightarrow \frac{mv^2}{d} = G \frac{Mm}{d^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{d}},$$

- Ou seja, a velocidade de um satélite em órbita em torno da Terra não depende da massa do satélite.

# Lei da Gravitação Universal

- Continuando, temos que

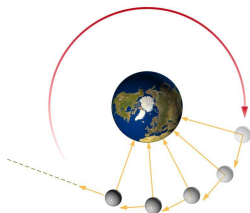
$$\frac{2\pi d}{T} = \sqrt{\frac{GM}{d}} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} d^3,$$

que é a terceira lei de Kepler para o movimento dos planetas. Daí, notamos que  $k = \frac{4\pi^2}{GM}$



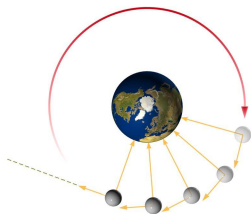
# Lei da Gravitação Universal

- E se a força gravitacional fosse desligada repentinamente?



# Lei da Gravitação Universal

- E se a força gravitacional fosse desligada repentinamente?



- Pela 1ª Lei de Newton, os corpos celestes começariam a descrever trajetórias retilíneas em movimento uniforme.

## Exercício 2

(IME 2008) Uma nave em órbita circular em torno da Terra usa seus motores para assumir uma nova órbita circular a uma distância menor da superfície do planeta. Considerando desprezível a variação da massa do foguete, na nova órbita

- a) a aceleração centrípeta é menor
- b) a energia cinética é menor
- c) a energia potencial é maior
- d) a energia total é maior
- e) a velocidade tangencial é maior

## Exercício 3

- (IMES 2008) Leia a tirinha abaixo e assinale a alternativa correta.
- O peso do Garfield no outro planeta citado continuará o mesmo.
  - A massa do Garfield será maior nesse outro planeta.
  - A massa do Garfield será menor nesse outro planeta.
  - O Garfield está certo, em um planeta com aceleração da gravidade menor seu peso será menor.
  - O peso e a massa do Garfield não dependem da aceleração da gravidade.

**Garfield**®

by **Jim Davis**

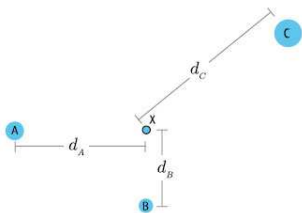


## Exercício 4

(UERJ 2008) A figura abaixo representa o instante no qual a resultante das forças de interação gravitacional entre um asteróide  $X$  e os planetas  $A$ ,  $B$  e  $C$  é nula. Admita que:

- $d_A$ ,  $d_B$  e  $d_C$  representam as distâncias entre cada planeta e o asteróide;
- os segmentos de reta que ligam os planetas  $A$  e  $B$  ao asteróide são perpendiculares e  $d_C = 2d_A = 3d_B$ ;
- $m_A$ ,  $m_B$ ,  $m_C$  e  $m_X$  representam, respectivamente, as massas de  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $X$  e  $m_A = 3m_B$ .

Determine a razão  $\frac{m_C}{m_B}$  nas condições indicadas.



## Exercício 5

(UFG 2008) Considere que a Estação Espacial Internacional, de massa  $M$ , descreve uma órbita elíptica estável em torno da Terra, com um período de revolução  $T$  e raio médio  $R$  da órbita. Nesse movimento,

- a) o período depende de sua massa.
- b) a razão entre o cubo do seu período e o quadrado do raio médio da órbita é uma constante de movimento.
- c) o módulo de sua velocidade é constante em sua órbita.
- d) a energia mecânica total deve ser positiva.
- e) a energia cinética é máxima no perigeu.

## Exercício 6

(UFRN 2008) Recentemente, foi anunciada a descoberta de um planeta extra-solar, com características semelhantes às da Terra. Nele, a aceleração da gravidade nas proximidades da sua superfície é aproximadamente  $2g$  ( $g$  representa o módulo do vetor aceleração da gravidade nas proximidades da Terra). Quando comparada com a energia potencial gravitacional armazenada por uma represa idêntica construída na Terra, a energia potencial gravitacional de uma massa d'água armazenada numa represa construída naquele planeta seria

- a) quatro vezes maior.
- b) duas vezes menor.
- c) duas vezes maior.
- d) quatro vezes menor.