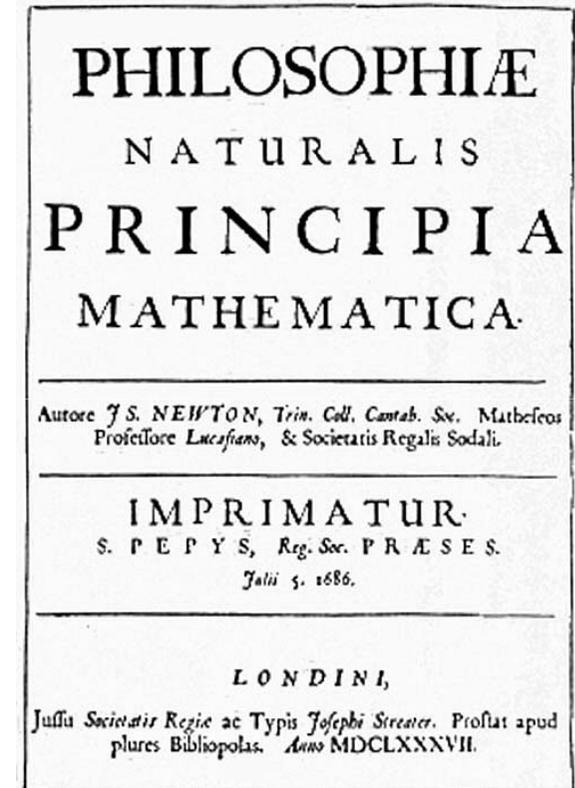
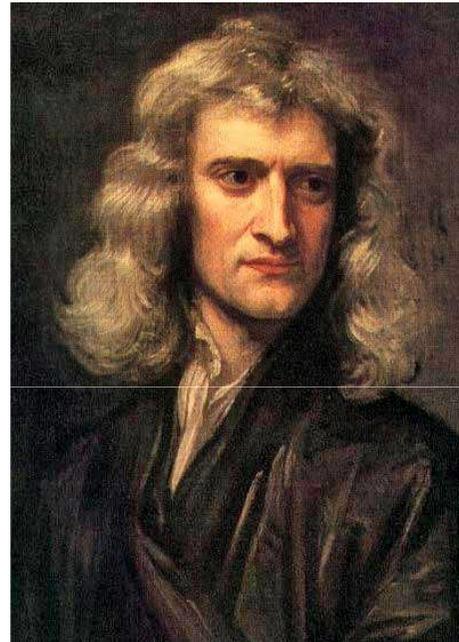


Isaac Newton (1642-1726)

http://en.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton

- Seguramente, um dos maiores gênios que a Humanidade já produziu.
- Aos 24 anos, já tinha desenvolvido:
 - As 3 Leis do Movimento.
 - Lei da Gravitação Universal.
 - Cálculo diferencial e integral.
 - Expansão binomial (binômio de Newton).
 - Estudos sobre óptica, decomposição espectral (cores).
 - Método iterativo para interpolação de funções (método de Newton).



- Obra principal: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687)

Leis do movimento de Newton

1a Lei de Newton (Lei da Inércia):

*Todo corpo persiste em seu estado de **repouso** ou de **movimento retilíneo uniforme**, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de **forças** impressas sobre ele.*

2a Lei de Newton: *A variação do momento linear é proporcional à força impressa, e tem a direção da força.*

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = m\vec{a}$$

3a Lei de Newton (Ação e reação): *A toda ação corresponde uma reação igual e contrária. As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos.*

Conceitos de massa e força

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \approx \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Velocidade: Grandeza vetorial. É a taxa de variação do deslocamento de um corpo no tempo. Unidade (SI): **m/s**.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \approx \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Aceleração: Também é grandeza vetorial. É a taxa de variação da velocidade (vetor) de um corpo no tempo. Se a aceleração é nula, o *vetor velocidade* não varia (em módulo ou direção). Unidade (SI): **m/s²**.

$$\sum \vec{F}$$

Força: É uma grandeza vetorial. Sempre manifestações de uma das 4 interações fundamentais: **gravitacional** (Newton-> Einstein), eletromagnéticas, nuclear forte e fraca. Unidade (SI): **Newton (N)**.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$



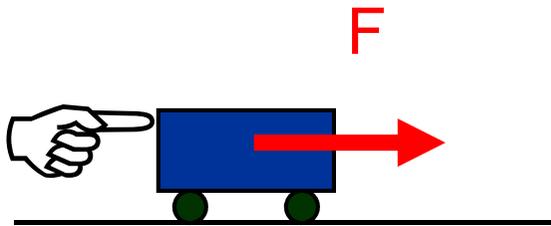
Massa inercial: A constante de proporcionalidade entre a força aplicada em um corpo e a aceleração produzida. Quando maior a massa, maior a “resistência” do corpo a ser colocado em movimento. Unidade (SI): **kg**

Cuidado! “m a” **NÃO É FORÇA!**

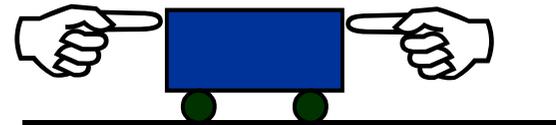
1a Lei de Newton

1a Lei de Newton (Lei da Inércia):

*Todo corpo persiste em seu estado de **repouso** ou de **movimento retilíneo uniforme**, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de **forças** impressas sobre ele.*



Força resultante $\neq 0$



Força resultante = 0

2a Lei de Newton

2a Lei de Newton: *A variação do momento linear é proporcional à força impressa, e tem a direção da força.*

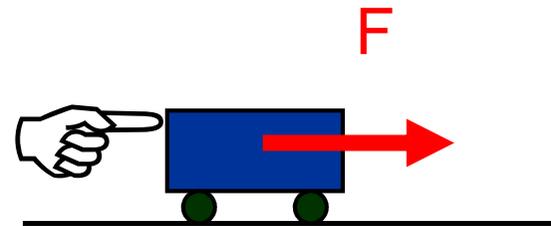
$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = m\vec{a}$$

Um carrinho ($m=0.2\text{kg}$) está sendo empurrado por uma força de 10N . Qual a sua aceleração?

1. 10m/s^2

2. 0.2m/s^2

3. 50 m/s^2



Força resultante $\neq 0$

3a Lei de Newton

3a Lei de Newton (Ação e reação): *A toda ação corresponde uma reação igual e contrária. As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos.*

*Pares ação/reação atuam em **corpos diferentes!!***



Ação: pressionar a parede.

Reação: força normal no braço do homem.

Forças aplicadas $\sum \vec{F} = 0$

1. Na parede:

- Empurrão do homem.
- Suporte da base/teto (impede o movimento)

2. No homem:

- Normal da parede
- Atrito com o solo
- Normal do chão.
- Peso.

Exemplo: colisões



http://media.avvosites.com/upload/342/2014/03/normal_Truck_and_car_accident_1.jpg

Um carro e um caminhão colidem.

No momento da colisão, a força exercida pelo caminhão sobre o carro é:

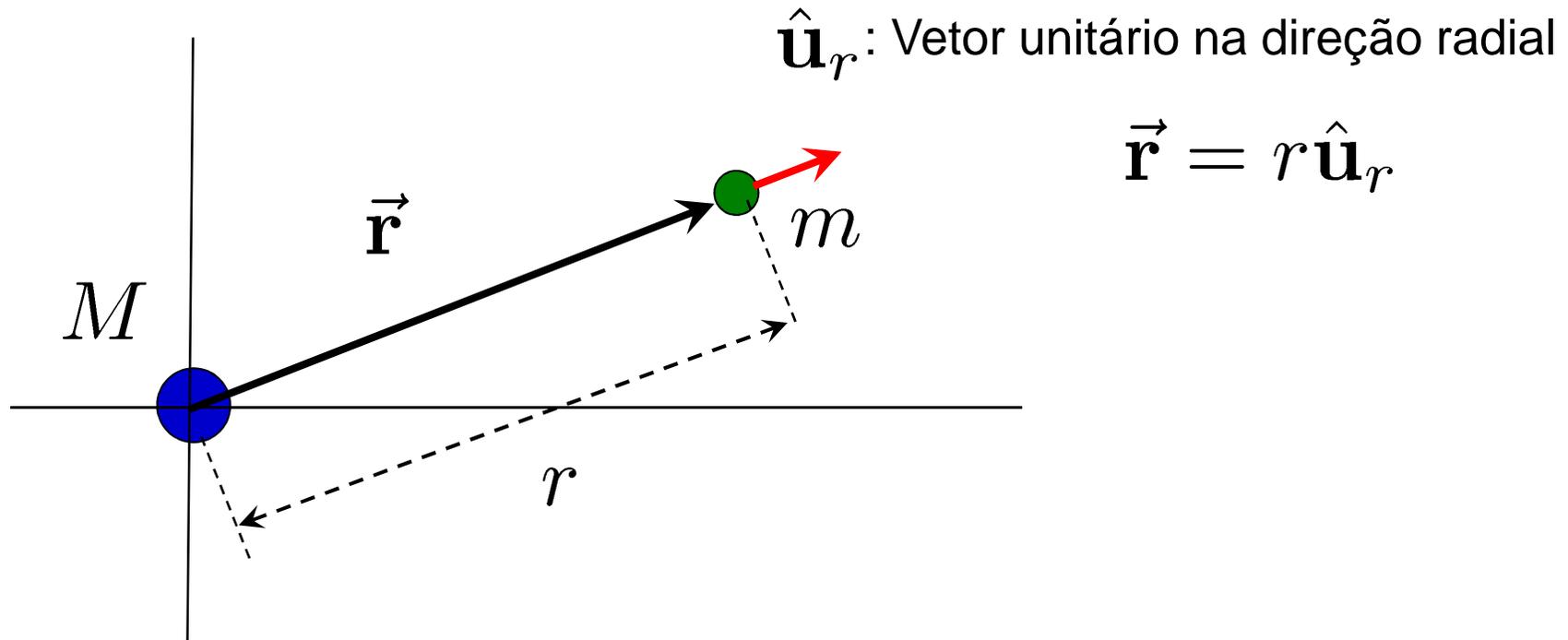
a) Muito maior que a força exercida pelo carro sobre o caminhão.

b) Igual à força exercida pelo carro sobre o caminhão.

c) Menor que a força exercida pelo carro sobre o caminhão.

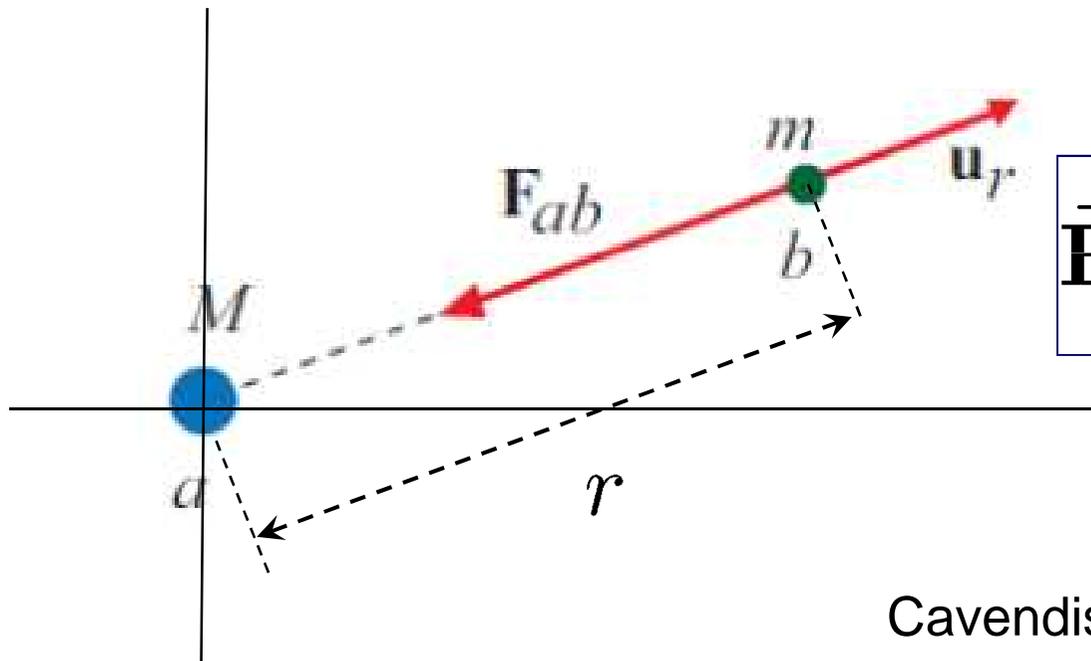
Lei da Gravitação Universal

Todo corpo no Universo atrai qualquer outro corpo com uma força que é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.



Lei da Gravitação Universal

Todo corpo no Universo atrai qualquer outro corpo com uma força que é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.



$$\mathbf{F}_{ab} = -\frac{GMm}{r^2} \hat{\mathbf{u}}_r$$

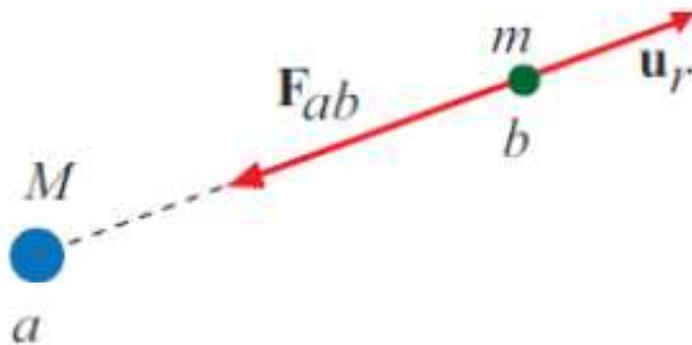
Cavendish (1798) determinou G :

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

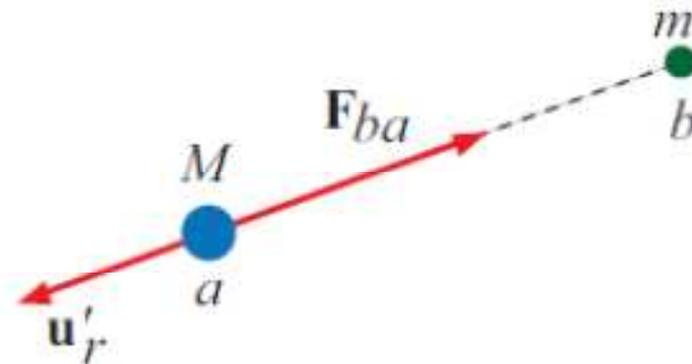
Lei da Gravitação Universal

3a Lei de Newton (ação e reação): $|\vec{\mathbf{F}}_{ab}| = |\vec{\mathbf{F}}_{ba}|$

Forças iguais em módulo e sentidos inversos mas são aplicadas em corpos diferentes! Logo, as *acelerações* serão diferentes!!



$$\vec{\mathbf{F}}_{ab} = -\frac{GMm}{r^2}\hat{\mathbf{u}}_r$$



$$\vec{\mathbf{F}}_{ba} = -\frac{GMm}{r^2}\hat{\mathbf{u}}'_r$$

Exemplo: força entre Terra e Sol.

Calcule o módulo da força gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra (em N) no ponto mais afastado da órbita (afélio).

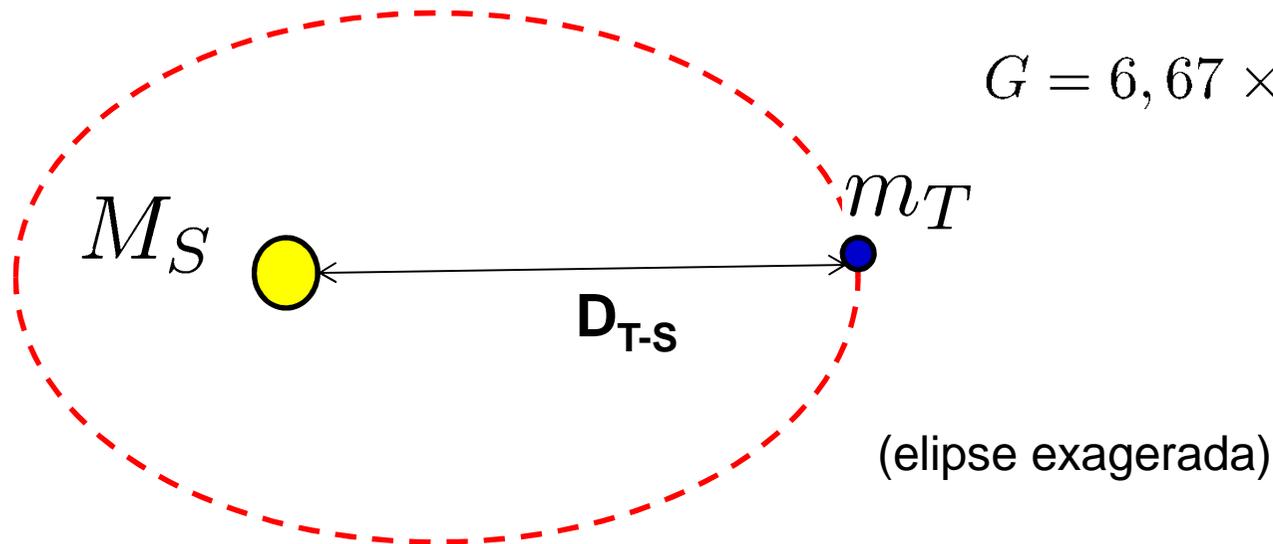
Dados:

Massa do Sol: $M_S = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg} \sim 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

Massa da Terra: $m_T = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg} \sim 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

Distância Terra-Sol no afélio: $D_{T-S} = 1,53 \times 10^8 \text{ km} (= 1.02 \text{ AU}) \sim 1,5 \times 10^8 \text{ km}$

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



R: $|F| = 3,56 \times 10^{22} \text{ N}$

Tarefa 10: Força e aceleração da Gravidade

1) Calcule o módulo da força gravitacional que a Terra exerce sobre um objeto de massa igual a 50 kg na sua superfície.

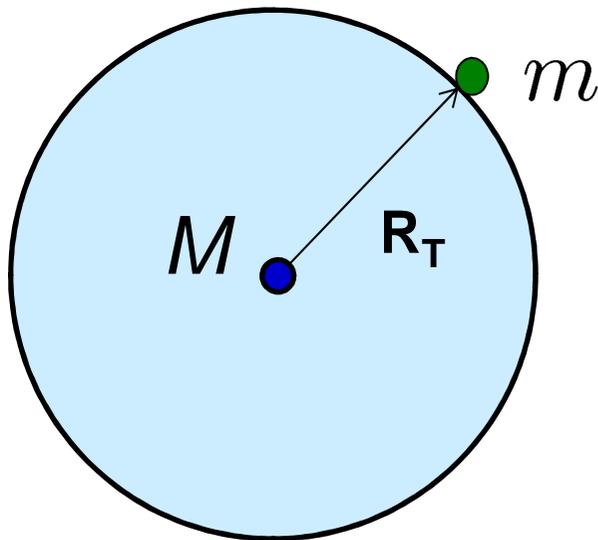
Dados:

Massa da Terra: 6×10^{24} kg

Massa do objeto: 50 kg

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

Raio da Terra : $R_T=6400$ km



Assuma que esse cálculo pode ser feito considerando que **toda a massa da Terra está concentrada no seu centro** (Teorema das Camadas).

2) Calcule a aceleração (em m/s^2) do objeto se a única força atuante sobre ele for a força gravitacional da Terra.