

# AS LEIS DO MOVIMENTO

Até agora, só falamos de **cinemática**, isto é, só **descrevemos** os movimentos.

Agora vamos dar uma olhada nas **causas** destes movimentos  
=> **dinâmica**

## O Conceito de Força

Agente externo capaz de **modificar** o **movimento** de um corpo livre ou causar **deformação** num corpo fixo.

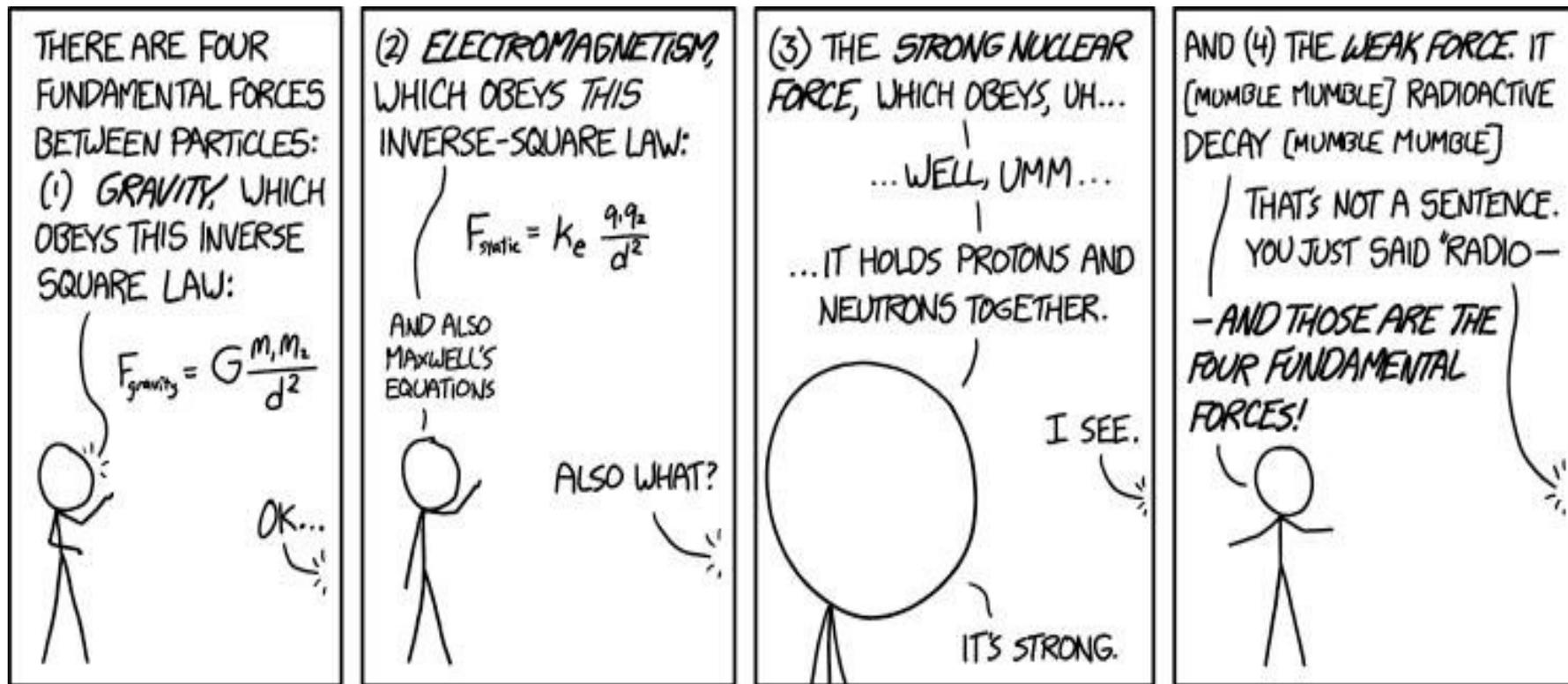
A força é uma grandeza **vetorial**  $\vec{F}$ .

Dá pra medir intensidade e direção de uma força  
Usando uma balança de mola.



# As 4 Forças Fundamentais

Todas as forças que conhecemos são manifestações das 4 forças fundamentais: gravidade, força eletromagnética e as forças nucleares forte e fraca.



Vejam também a disciplina Estrutura da Matéria

# Forças

Na mecânica é comum classificar as forças em:

- Forças de **Contato**: Força Normal, tração, atrito de uma superfície, ...

No nível atômico, são forças eletrostáticas.

- Forças de **Campo**, “a distância”: gravidade, força eletromagnética, ...

transmitidas por partículas transportadores (grávitons, fótons) ou campos

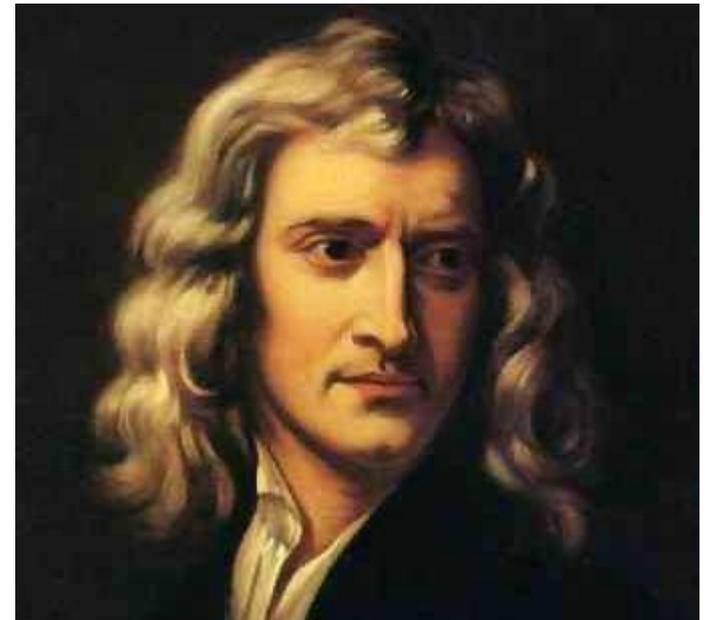
# A Primeira Lei de Newton ou Princípio de Inércia

Até ~1600 acreditava-se no princípio da Física Aristotélica, de que forças seriam necessárias para manter um corpo em movimento. Na ausência de forças, o movimento pararia.

Newton (1687):

Na **ausência** de **forças** externas, um corpo em repouso **permanece** em repouso e um corpo em movimento **permanece** em movimento com **velocidade constante** (isto é, com velocidade escalar constante *Em uma linha reta*).

ou seja: Quando **não** agem **forças** sobre um corpo, a sua **aceleração** é **nula**.



Será que tem uma conexão entre força e aceleração?

# A Primeira Lei de Newton ou Princípio de Inércia

Na prática, a 1ª lei de Newton é difícil de observar, por que (quase) sempre tem alguma força agindo, i. e. a gravidade, alguma força de atrito, ...

Boa aproximação: Espaçonave longe de massas (planetas, estrelas, ...) com o sistema de propulsão desligado.



Boa simulação (em 1 ou 2 dimensões):

Trilho de ar ou mesa de ar  
(há forças agindo, sim, mas a gravidade ( $\downarrow$ ) e o “empurrão” do ar ( $\uparrow$ )  
Se cancelam.



# Referências Inerciais

Um *sistema de referência inercial* é aquele no qual a *primeira lei* do movimento de *Newton* é *válida*.

ou seja, no qual na ausência de forças não há aceleração.

Aula anterior: Em sistemas que se movimentam com velocidade relativa constante (em módulo e direção), as acelerações são iguais.

=> Se achamos um referencial inercial  $S$ , achamos todos:  
Os outros são aqueles com *velocidades constantes relativo a  $S$* .

É recomendável usar referenciais inerciais em problemas de mecânica (senão surgem forças artificiais devido à aceleração do sistema, chamadas pseudo-forças).

# Referências Inerciais

Para situações perto da superfície da Terra, um sistema “parado” (ou com velocidade constante) em relação à Terra é uma boa aproximação a um sistema inercial.

(Na verdade não é, já que o nosso planeta gira em torno do Sol e do seu próprio eixo, mas as acelerações devidas a estes movimentos são  $< 0.05 \text{ m/s}^2$ , normalmente desprezíveis.)

# Massa Inercial

E se tentamos mudar a velocidade (vetorial) de um corpo?  
Isto é, se aplicamos uma força?

A aceleração que o corpo sente vai depender, além da força, de uma grandeza chamada **massa inercial** do corpo, uma propriedade **escalar** do corpo:

Corpos com massas altas são mais difíceis de acelerar que corpos com massas baixas.

A **massa inercial** é a medida da **resistência** de um corpo a uma **mudança no movimento** em resposta a uma **força externa**.

Unidade:  $[m] = \text{kg}$  (quilograma)

# Massa

Por acaso (?), a **massa** também determina a **força gravitacional** entre o corpo e outras massas.

As **massas inercial** e **gravitacional** têm o **mesmo valor**.  
Normalmente usamos simplesmente o termo **massa** pras duas.

!!! massa  $\neq$  peso

A **massa** de um corpo é uma **propriedade intrínseca** dela (não muda com o ambiente), enquanto o seu **peso** é a **força gravitacional** que age nela, i. e. o peso de um corpo na Terra é diferente do peso do mesmo corpo na Lua (mas a sua massa é igual nos dois astros).