

# **Dinâmica de Sistemas Multicorpo**

## **Segunda Lei de Newton**

# Segunda Lei de Newton



A **dinâmica de sistemas multicorpo** tem a ver com o estudo das **caraterísticas do movimento** dos corpos, *i.e.*, prende-se com a análise do modo como a aplicação de forças altera a trajetória dos corpos.

Uma vez **conhecidas as forças** que atuam nos corpos, bem como as **condições iniciais** do sistema, a **2ª lei de Newton** permite estudar o **movimento produzido**.



# Segunda Lei de Newton



Newton estabeleceu as leis do movimento na sua obra “**Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**”, na qual começou por apresentar algumas definições importantes.

Definição I – A **quantidade de matéria** é a medida da mesma que provém, em conjunto, da sua densidade e volume.

Definição II – A **quantidade de movimento** é a medida da mesma e provém, conjuntamente, da sua velocidade e da quantidade de matéria.

Definição III – A **vis insita**, ou força inata da matéria, é o poder de resistência pelo qual todo o corpo, dependendo da sua quantidade de matéria, persiste em manter o seu estado presente, seja este de repouso ou de movimento uniforme ao longo de uma linha reta.



# Segunda Lei de Newton



Em dinâmica de sistemas multicorpo, a **massa** e a **força** são os ingredientes essenciais, uma vez que permitem estudar o modo **como o movimento acontece**.

A **massa** de um corpo mede a sua **inércia** ou **resistência** ao **movimento de translação**. A massa traduz a maior ou menor **resistência à variação de velocidade** de um corpo quando sobre ele são aplicadas forças externas.

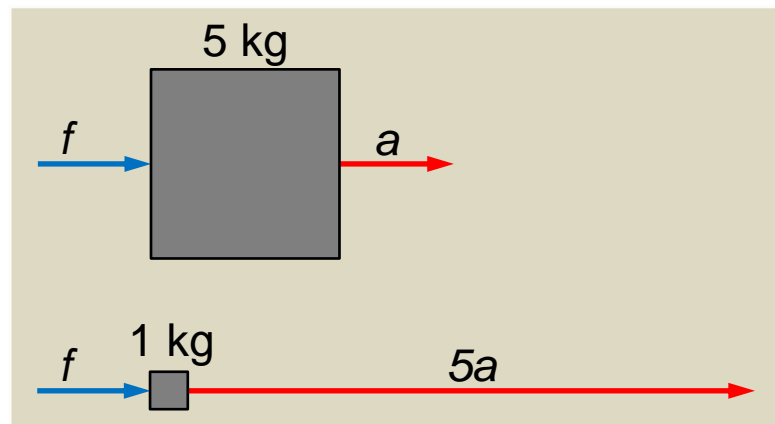


# Segunda Lei de Newton



Quanto **maior for a massa** de um corpo, **mais difícil** se torna retirá-lo do repouso, ou alterar a sua velocidade de translação.

Para a **mesma força** aplicada a um corpo, a variação de velocidade, ou seja, a **aceleração**, é inversamente proporcional à sua **massa**.



# Segunda Lei de Newton



O **conceito de força** é bastante intuitivo com aquilo que percebemos no nosso dia a dia, uma vez que a força representa a **interação física** entre os corpos.

No caso mais geral, **força** é toda e qualquer ação capaz de **produzir deformação**, ou de **modificar o estado** de repouso ou de movimento de um determinado corpo.

Na mecânica newtoniana, força é a entidade responsável pela mudança de movimento.



# Segunda Lei de Newton



## O que diz a 2ª lei de Newton?

A 2ª lei de Newton, dita **lei fundamental da dinâmica**, diz que, num referencial inercial, quando um corpo é atuado por uma força, aquele move-se de tal modo que a **força é igual à variação temporal da quantidade de movimento**.

Um referencial inercial é aquele em que a 1ª lei de Newton é válida.

Ao contrário da 1ª lei de Newton, a 2ª lei de Newton refere-se a corpos não isolados.



# Segunda Lei de Newton



A 2ª lei de Newton pode ser escrita da seguinte forma

$$f = \frac{dp}{dt}$$

Atendendo a que a quantidade de movimento é dada por

$$p = mv$$

então, a 2ª lei de Newton pode ser expressa como

$$f = \frac{d(mv)}{dt} \Rightarrow f = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow f = m\dot{v} \Rightarrow f = ma$$





# Segunda Lei de Newton



Da 2ª lei de Newton observa-se que a **aceleração** de um dado corpo, quando sujeito à ação de uma força externa, é **inversamente proporcional à sua massa**, ou seja

$$a = \frac{f}{m}$$

É por demais evidente que a 2ª lei de Newton expressa a ideia de **causa** (força) e **efeito** (aceleração) associada à dinâmica de sistemas multicorpo.



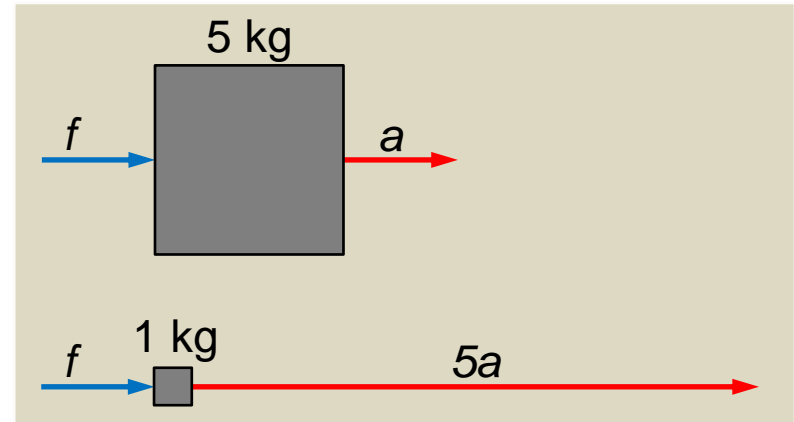
# Segunda Lei de Newton



O efeito de **inércia** está bem patente na 2<sup>a</sup> lei de Newton,

$$a = \frac{f}{m}$$

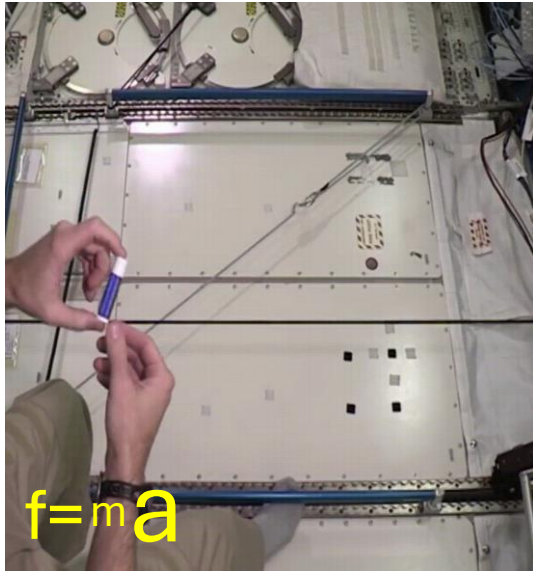
Para a **mesma força** externa aplicada a um corpo, a **aceleração**, daí resultante, é **tanto maior** quanto **menor** for a **massa**, e vice-versa.



# Segunda Lei de Newton



Demonstrações da 2ª lei de Newton.



Massa pequena  
Aceleração grande



Massa intermédia  
Aceleração intermédia



Massa grande  
Aceleração pequena



# Segunda Lei de Newton



Da 2ª lei de Newton verifica-se que quando a **resultante das forças** que atuam num dado corpo é **nula**, então, a sua **aceleração** também é **nula**.

Assim, não havendo variação de velocidade, um corpo permanece em **repouso** ou em **movimento uniforme**, como preconiza, aliás, a 1ª lei de Newton.

A 1ª lei de Newton pode ser vista com um corolário, ou consequência, da 2ª lei de Newton.



# Segunda Lei de Newton



A 2ª lei de Newton tem **limites** quanto à sua validade, sendo que esta lei não é aplicável em **referenciais acelerados**, ditos referenciais não inerciais.

A 2ª lei de Newton também não é válida quando os corpos apresentam **variação de massa**, nem é aplicável nos sistemas em que as velocidades em jogo são da ordem da **velocidade da luz**.



# Segunda Lei de Newton



A 2ª lei de Newton deve ser aplicada em **referenciais parados** ou **movimento uniforme**, o que corresponde, na verdade, à **quase totalidade dos problemas** comuns em dinâmica de sistemas multicorpo.

Em suma, a 2ª lei de Newton diz que **a alteração de movimento** de um corpo é proporcional à **força motriz**, e é feita na direção da **linha reta** em que a força é aplicada.



# Segunda Lei de Newton



Exemplos demonstrativos da 2ª lei de Newton.



# Segunda Lei de Newton



## O que vimos neste vídeo?

- ✓ **Revisão** ao contexto da 2ª lei de Newton,
- ✓ **Apresentação** da 2ª lei de Newton,
- ✓ **Implicações** da 2ª lei de Newton,
- ✓ **Demonstrações** da 2ª lei de Newton.





# Segunda Lei de Newton



Sugestões de leitura complementar.

