

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.

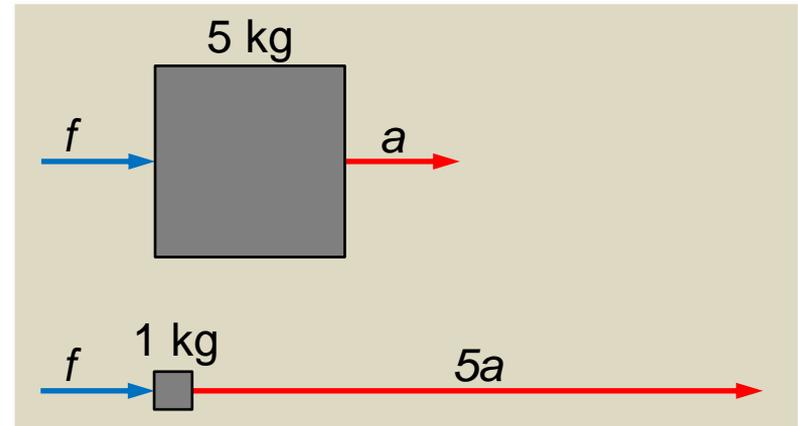


Segunda Lei de Newton



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.



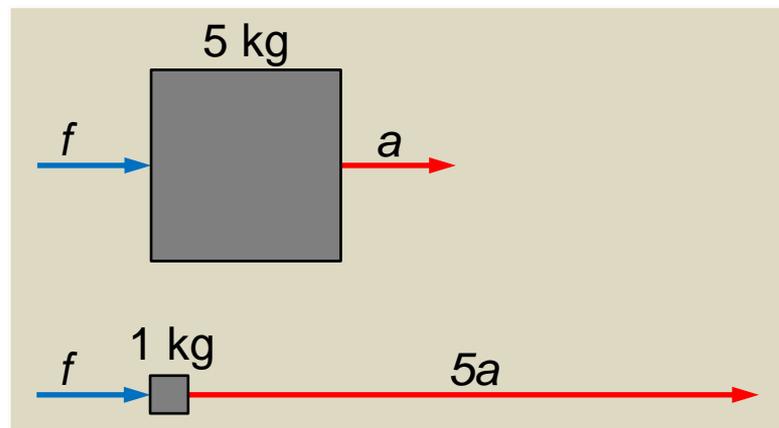
Segunda Lei de Newton



O efeito de **inércia** está bem patente na 2^a lei de Newton,

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

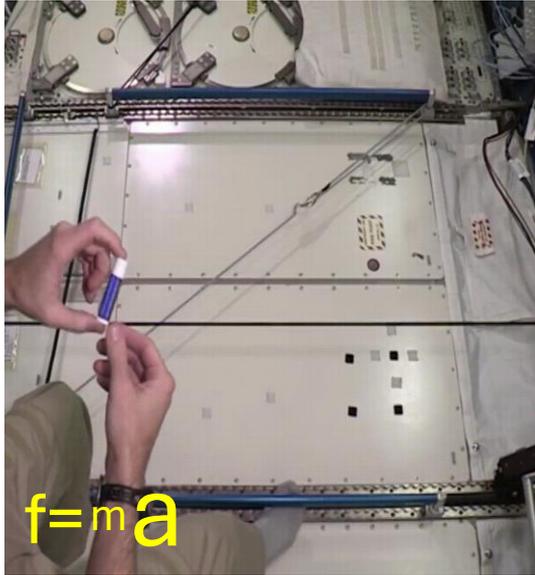
Para a **mesma força** externa aplicada a um corpo, a **aceleração**, daí resultante, é **tanto maior** quanto **menor** for a **massa**, e vice-versa.



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.

