

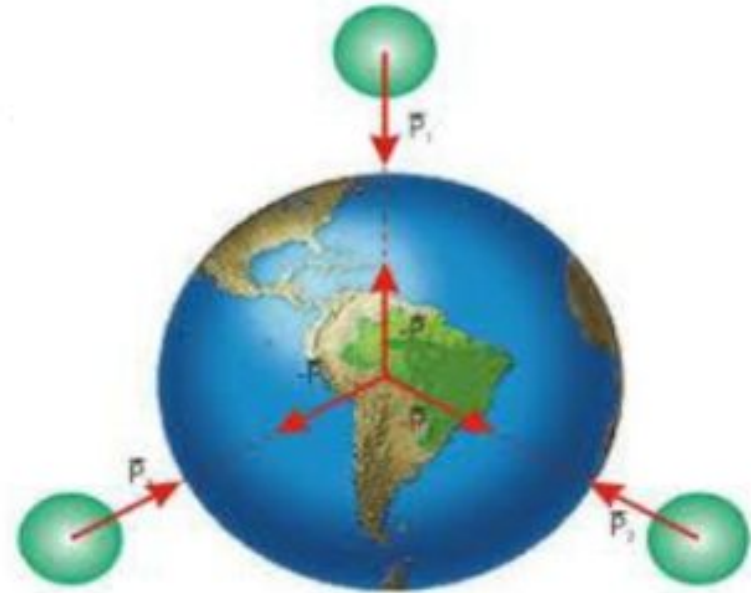
# **A Segunda Lei de Newton**

## **Alguns tipos de Forças e suas definições**



# Massa e Peso

A Terra cria um campo de forças ao redor dela, chamado de campo gravitacional. Qualquer corpo dentro desse campo fica sujeito a uma força direcionada para o centro da terra. É essa força que faz com que os objetos soltos caiam em movimento acelerado, força denominada **Peso**.



**A aceleração da gravidade ( $g$ ) é um tipo de aceleração, que é produzida pela atração gravitacional entre dois corpos.**

**Trata-se da aceleração de um corpo quando está em movimento de queda livre, desta forma é seu valor depende apenas das características do planeta e não da massa do objeto.**

**Lembre-se que a aceleração é uma grandeza vetorial que aponta sempre para o centro do planeta.**

### **Aceleração da Gravidade na Terra e na Lua**

**A aceleração da gravidade nas proximidades da superfície da Terra é de  $9,80665 \text{ m/s}^2$  e esse valor normalmente é aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$  para facilitar os cálculos.**

**Entretanto, seu valor não é constante. Isso porque o planeta não é uma esfera perfeita (os polos são achatados), e, portanto, a aceleração da gravidade varia em alguns pontos de sua superfície.**

**Como o valor da aceleração da gravidade depende da intensidade da força gravitacional, em lugares como a lua e outros planetas do sistema solar, a aceleração da gravidade é diferente do seu valor na Terra.**

**Por possuir massa menor que o nosso planeta, a aceleração da gravidade na lua é de  $1,67 \text{ m/s}^2$ .**

**na Lua a aceleração da gravidade é muito menor que na terra, desta forma o astronauta parece ser muito mais leve ao caminhar em sua superfície.**



# Força Peso

A força peso é a força resultante de atração dos corpos numa determinada interação gravitacional.

E pode ser calculada através da equação:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Onde:

P: peso (N)

m: massa (kg)

g: aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Obs: o peso varia de acordo com a gravidade do local, já a massa de um corpo é sempre constante.

# Força Peso

A força peso é a força resultante de atração dos corpos numa determinada interação gravitacional.

E pode ser calculada através da equação:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Onde:

P: peso (N)

m: massa (kg)

g: aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Obs: o peso varia de acordo com a gravidade do local, já a massa de um corpo é sempre constante.

Como o peso é uma consequência direta da força gravitacional, sempre o vetor força peso e o vetor aceleração da gravidade terão a mesma orientação, ou seja, direção e sentido, apontando para o centro do planeta

# Força Peso

A força peso é a força resultante de atração dos corpos numa determinada interação gravitacional.

E pode ser calculada através da equação:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Onde:

P: peso (N)

m: massa (kg)

g: aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

Obs: o peso varia de acordo com a gravidade do local, já a massa de um corpo é sempre constante.

# Força Normal de contato

Quando colocamos em contato dois corpos e um destes exercer uma força sobre o outro, o segundo reagirá e exercerá uma força sobre o primeiro (terceira lei de Newton), essa força de reação é chamada de força Normal, ou força normal de contato, pois ela só surge quando há o contato de dois corpos sólidos e **é sempre perpendicular ao contato**.



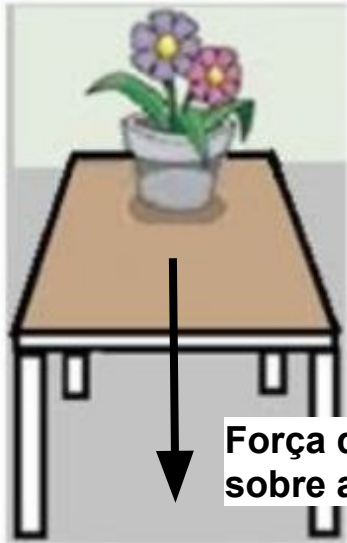




Vamos considerar a situação ao lado, caso a mesa não existisse, o vaso de flores iria cair no chão devido a força peso, certo?

Mas já que a mesa existe e o vaso se encontra sobre a mesma, a força peso que puxa a mesa para baixo, faz com que o vaso empurre a tampa da mesa para baixo, mesma direção e sentido da força peso, e a tampa reage e exerce uma força sobre o vaso, verticalmente para cima (mesma direção e sentido oposto da força de ação), esta força de reação é a força normal de contato.

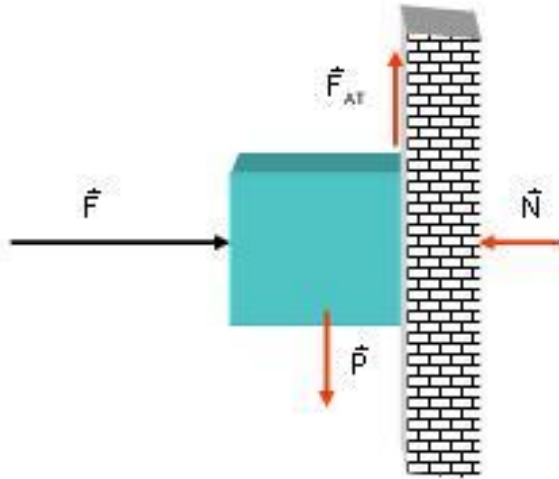
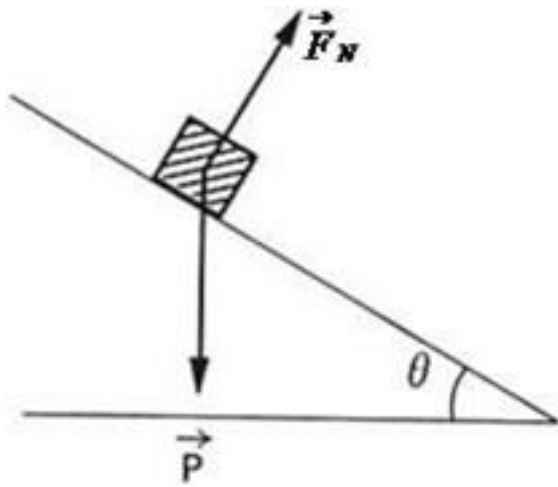
Note que a força de ação é a que o vaso exerce sobre a mesa, então ela está sobre a mesa, e a força de reação a mesa exerce sobre o vaso, garantindo que o par ação e reação estejam sempre em corpos distintos.



Força que o vaso exerce sobre a mesa



**Peso e normal jamais serão um par ação e reação**

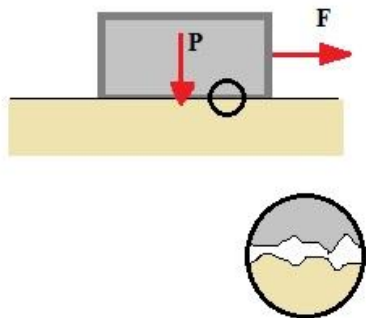


Nestes exemplos, o primeiro chamado de plano inclinado, podemos notar que a força peso e a força Normal sequer possuem a mesma direção, logo **NÃO PODEM SER UMA PAR AÇÃO E REAÇÃO**. A força peso aponta verticalmente para baixo, enquanto a normal é sempre perpendicular ao plano de contato entre os corpos.

Já no segundo exemplo o contato está entre a caixa e a parede, a caixa empurra a parede e a parede empurra a caixa de volta, sem envolver a força peso.

# Força de atrito

Quando colocamos dois corpos em contato, surge o que chamamos de força de atrito, que se origina a partir da existência de rugosidades na superfícies de contato entre os objetos com o solo, ou entre dois objetos.



Você sabe pra que serve as marcas das digitais  
nos seus dedos?

Não! Não é para identificá-lo na catraca do  
ônibus, nem pra sacar dinheiro do caixa eletrônico  
mais fácil!

A impressões digitais foram uma forma que a  
natureza, através da evolução, conseguiu aumentar a  
rugosidade das nossas mãos, tornando-nos capazes  
de segurar os objetos com as mãos.



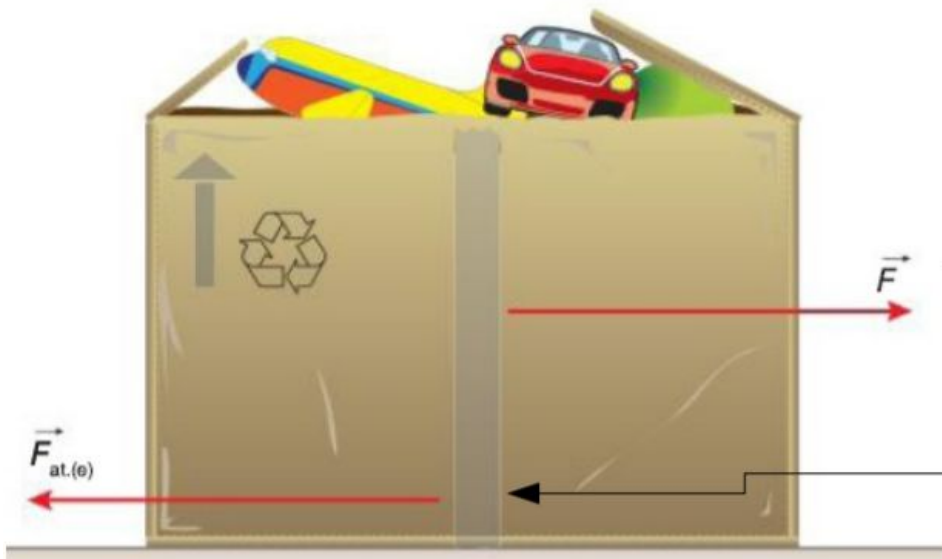
**E o que você vê é a evolução e adaptação do ser humano para poder agarrar os objetos! Digitais são rugosidades para aumentar o atrito das mão com os objetos.**

**A força de atrito depende de dois fatores:**

- **Do tipo dos materiais que estão em contato: cada material tem suas características próprias. Quanto mais “lisos” ou “polidos” estiverem os objetos em contato, menor será a força de atrito. Essa propriedade é definida numericamente pelo **coeficiente de atrito**, que pode ser **dinâmico** ou **estático**, possuindo um valor diferente para cada material.**
- **Força normal: trata-se da reação normal à superfície sobre a qual o corpo está apoiado e depende do peso do objeto. Quanto maior for a força normal, maior será a força de atrito.**

# Força de atrito estático

Presente em corpos que, como o próprio nome indica, estão **parados!**



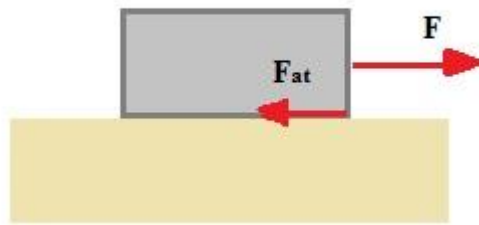
Força aplicada para a caixa se mover

Caixa, que permaneceu em equilíbrio.

Força que surge com mesma intensidade e sentido contrário e se opõe ao movimento

Imagine que o bloco da figura acima esteja em repouso, mas deseja-se colocá-lo em movimento. Quando aplica-se uma força  $F$ , sobre a caixa, ela não sai do lugar, pois por causa das rugosidades entre as superfícies de contato existe atrito entre a caixa e o solo, e essa força de atrito sempre aponta na mesma direção, mas sentido oposto a força que iniciará o movimento.

Enquanto o bloco estiver em repouso sabemos que a Força resultante sobre ele é Zero, ou seja, a força de atrito estático é sempre igual a força aplicada sobre o objeto. Quando a força aplicada vencer a força de atrito, o objeto sairá da inércia.



Quanto maior a força  $F$ , maior a força  $F_{at}$ , até o limite de entrar em movimento.



Existe um determinado valor de para a força aplicada vencer a força de atrito, colocar o corpo em movimento, ou na iminência de movimento. Esse ponto chamamos de força de atrito estático máxima. O movimento somente iniciará quando a força  $F$  for superior a essa força.

A força de atrito estático máxima é calculada com a equação:

$$F_{at_{est}} = \mu_{est} \cdot N$$

Só serve para calcular a força de atrito estática MÁXIMA, em qualquer outra situação que não seja a iminência do movimento, a força de atrito estático sempre será igual a força aplicada

Sendo:

- $F_{at_{est}}$  é a força de atrito estático (N)
- $\mu_{est}$  é o coeficiente de atrito estático, ele que quis o quão rugosa a é superfície do material (sem dimensão)
- $N$  é a Força Normal (N)

# Força de atrito Cinético ou Dinâmico

A partir do instante em que o movimento é iniciado, a força de atrito continua a atuar sobre o corpo, sempre no sentido contrário ao do movimento, porém com valor menor do que o da força de atrito estático máxima, que já diz o nome é máxima. Para colocar um objeto em movimento, é preciso fazer mais força do que para mantê-lo em movimento.

O módulo da força de atrito, a partir daí, é praticamente constante, independentemente da velocidade do corpo, depende apenas da rugosidade do material e da força normal.

Desta forma podemos calcular a força de atrito cinético através da equação:

$$Fat_c = \mu_c \cdot N$$

Sendo:

- $Fat_c$  é a força de atrito cinético (N);
- $\mu_c$  é o coeficiente de atrito Cinético;
- $N$  é a Força Normal (N).

Os coeficientes de atrito estático e dinâmico são grandezas adimensionais, ou seja, não possuem unidade de medida e são representadas apenas pelo seu valor numérico.

Também é importante observar que o atrito cinético sempre será menor do que o atrito estático máximo. Isso se deve ao fato de que o coeficiente de atrito estático é maior que o coeficiente de atrito cinético:  $\mu_{est} > \mu_c$

A força de atrito é sempre contrária ao sentido do movimento do corpo.



$\vec{F}_{at}$ : Força de atrito  
 $\vec{v}$ : velocidade do corpo

A força de atrito pode ser calculada pelo produto do coeficiente de atrito pela força de reação normal

$$\vec{F}_{at} = \mu \cdot \vec{N}$$

## Força de atrito

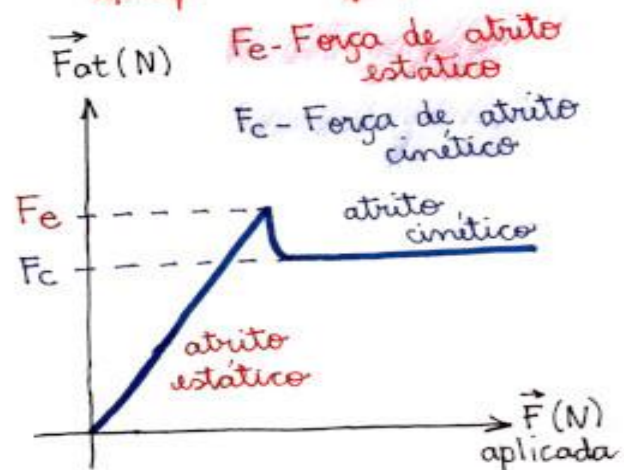
A força de atrito surge em razão das pequenas rugosidades existentes entre as superfícies dos corpos que são imperceptíveis macroscopicamente.



Coeficiente de atrito  
É uma grandeza adimensional que depende das superfícies de contato dos corpos

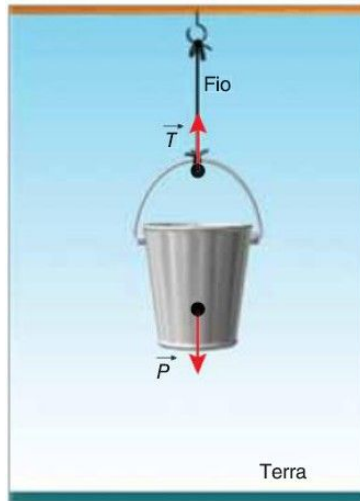
$$\mu = \frac{F_{at}}{N}$$

Gráfico da força de atrito



# Força de Tração ou Tensão $\vec{T}$

Força de tração ou tensão é a força que uma corda ou fio aplica sobre um corpo sólido, desta forma, sempre que uma corpo estiver puxando um corpo (**isto mesmo sempre puxando um corpo, ou tu já viu uma corda empurrar alguma coisa??**) essa força exercida pela corda é denominada Força de Tração, ou simplesmente Tração (T)



A corda exercendo uma força de tração sobre o balde.

Obs.: tanto a força peso quanto a força de tração estão sobre o balde, logo podem ou não constituir uma par ação e reação?

# Força elástica $\vec{F}_{el}$

Alguns materiais possuem uma propriedade chamada de **elasticidade** que está associada a **capacidade de voltar a condição inicial de comprimento ou formato**, mesmo após ter sido deformado. Podemos ver esta capacidade em muitos materiais feitos de borracha como elásticos e bolinhas, as molas também apresentam estas características.



Robert Hooke, em 1660, define:

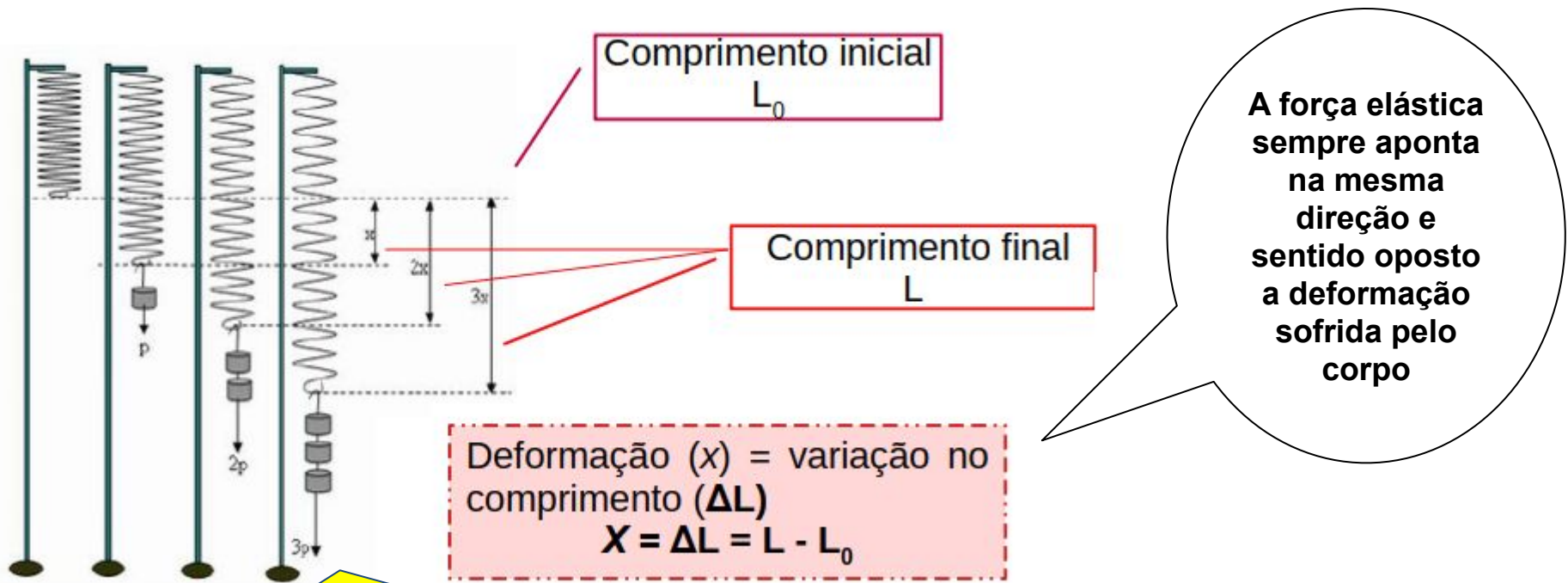
**“Em um sistema elástico, a deformação sofrida por uma mola é diretamente proporcional à intensidade da força que a provoca.”**

Que hoje nós conhecemos por **lei de Hooke** e pode ser descrita da forma:  $\vec{F}_{el} = -k \cdot \vec{x}$  ou o seu módulo:  $F_{el} = -k \cdot x$

Onde  $F_{el}$  é a força elástica exercida pelo corpo elástico sobre quem o deforma (N);

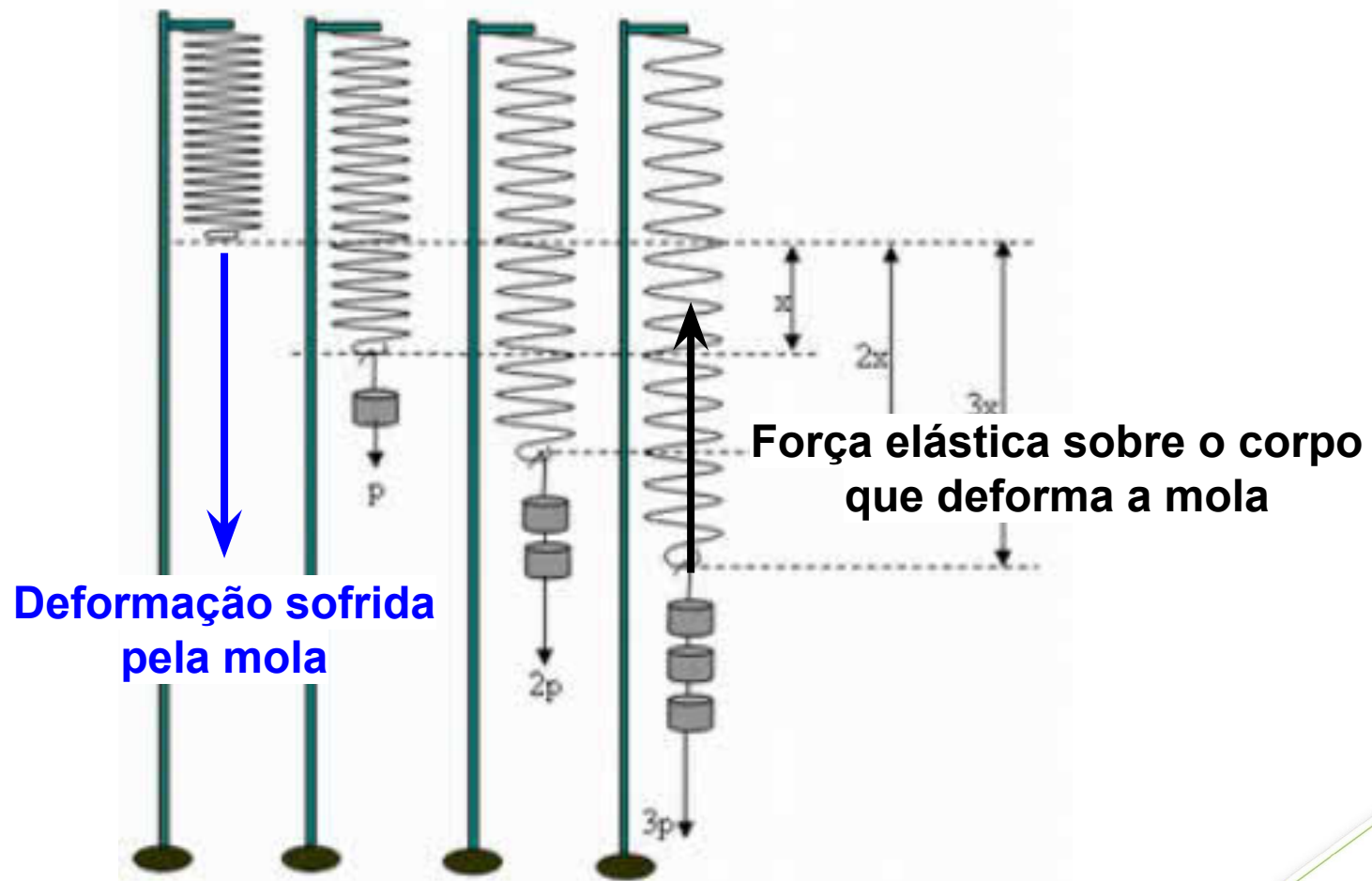
$k$  é a constante elástica do corpo elástico, e ela quem diz o quão duro ou macio é o corpo elástico (N/m);

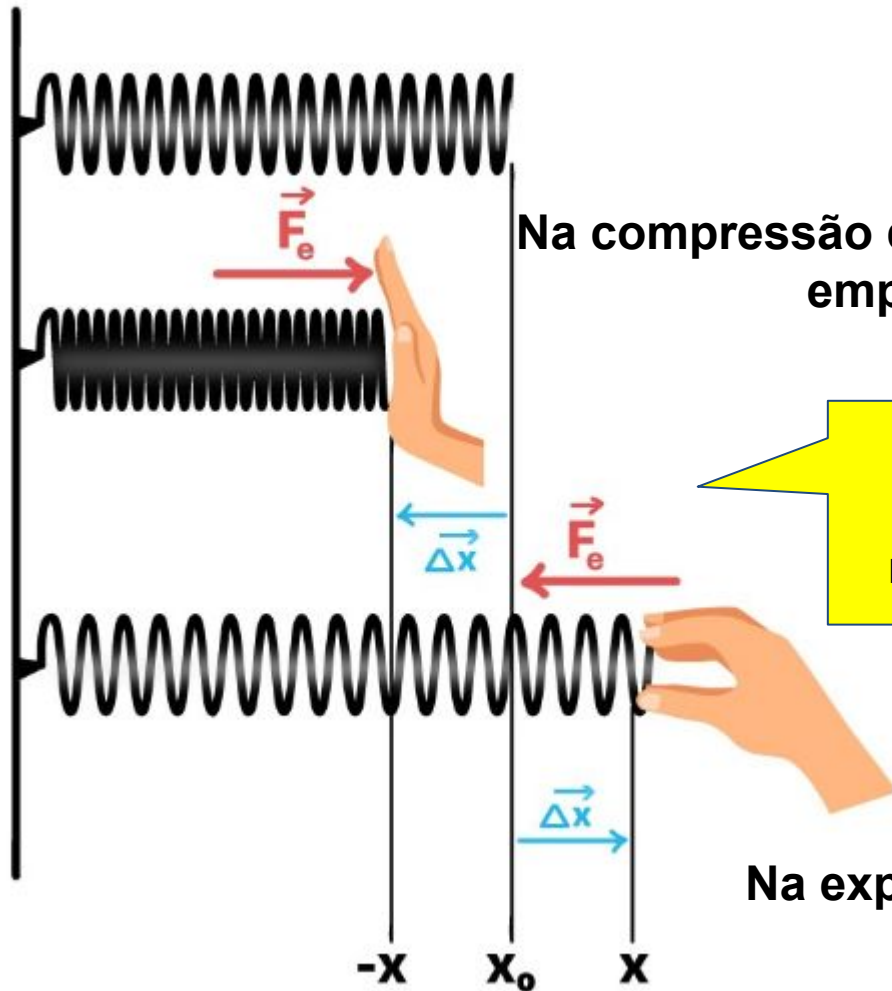
$x$  é a deformação sofrida pelo corpo elástico (m).



Observe a figura acima: o comprimento inicial da mola é seu estado relaxado, ou seja, quando não há nenhuma deformação sobre ela, causada por forças externas, a medida que a deformação vai aumentando, maior é a intensidade da força aplicada sobre a mola -> assim podemos ver que a Fel é diretamente proporcional a força aplicada







Na compressão da mola, a força elástica empurra a mão

o vetor  $\vec{F}_{el}$  sempre aponta na direção e sentido do ponto de relaxamento do corpo elástico

Na expansão da mola, a força elástica puxa a mão