

## Principais forças da dinâmica

### Resumo

---

Após o estudo das Leis de Newton, podemos definir as principais forças que usamos na Dinâmica: força peso, força normal, força elástica, tração e força de atrito.

Para uma melhor análise, o estudo da força de atrito terá uma aula específica e não será considerada neste material.

#### Peso

Força de interação entre qualquer corpo de massa  $m$  com um campo gravitacional e pode ser calculado com a equação:

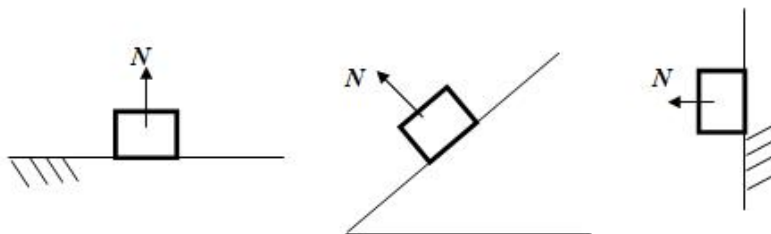
$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Onde  $g$  é a aceleração da gravidade local. Note que, como a massa é sempre maior do que zero,  $P$  tem sempre a mesma direção e sentido de  $g$ .

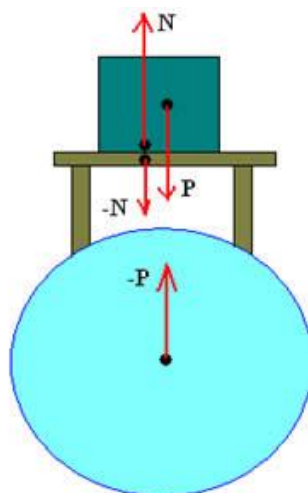
#### Normal

Força de interação de um corpo e uma superfície. A força normal será sempre perpendicular à superfície e no sentido da superfície para o corpo.

Não existe uma equação específica para calcular a força normal, deverá ser feito uma análise das forças aplicadas na direção da normal e, por um sistema linear, determinar seu valor.



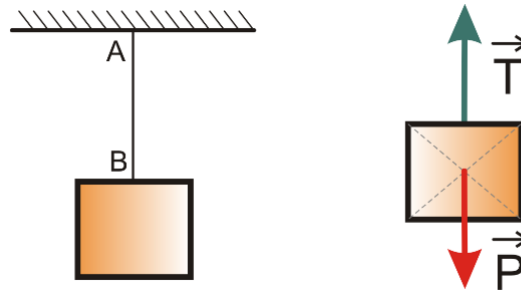
**ATENÇÃO:** Normal não forma par ação e reação com o Peso!!!



## Tração

Força que aparece sempre em cabos, fios e cordas quando esticados. Cada pedaço da corda sofre uma tração, que pode ser representada por um par de forças iguais e contrárias que atuam no sentido do alongamento da corda.

Dinamômetro: disposto que pode ser acoplado à corda para medir a intensidade da força de tração.



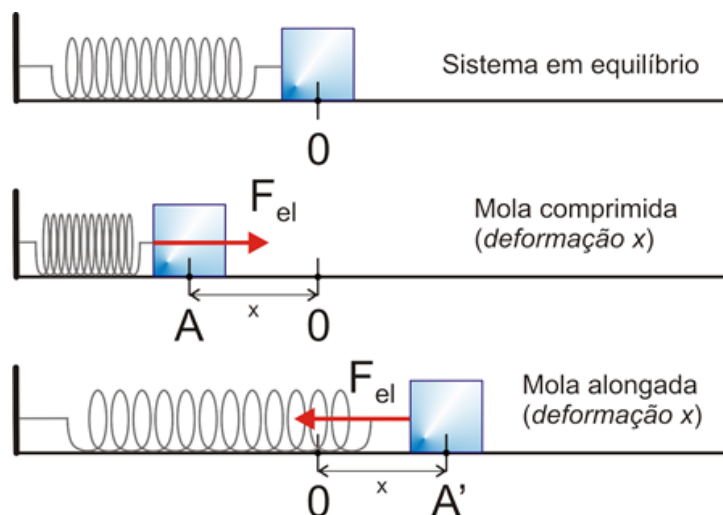
## Força elástica

Força que aparece durante a deformação de algum corpo com características elásticas, ou seja, que pode ser deformado durante a aplicação de uma força e que tem a capacidade de voltar ao seu tamanho original assim que a força for cessada. Corda de borracha, elásticos e molas são os exemplos mais comuns em questões.

A força elástica é um vetor que tem mesma direção e sentido oposto à força aplicada para deformar a mola em questão, sendo assim chamada de força de restituição. O módulo da força elástica pode ser calculado pela equação:

$$F = -kx$$

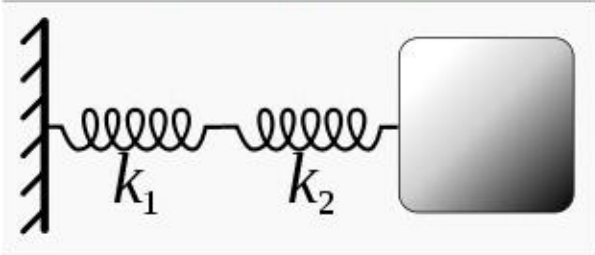
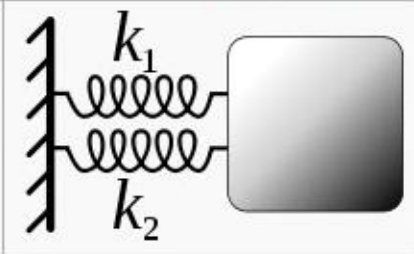
Onde K é o coeficiente de elasticidade (característica da mola) e x é a deformação sofrida pela mola.



## Associação de Molas

Em algumas situações temos mais de uma mola se deformando como, por exemplo, no colchão de mola, onde as molas estão todas lado a lado e tem a mesma capacidade de se deformar, ou melhor, tem o mesmo coeficiente de elasticidade K.

Ao fazer a associação de molas, podemos calcular o valor do coeficiente de elasticidade equivalente, ou seja, no lugar das molas de  $k_1$  e  $k_2$ , poderíamos simplesmente colocar uma mola de  $k_{eq}$ .

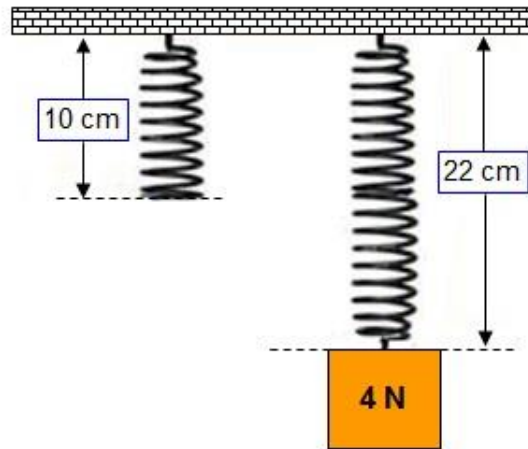
Duas molas em série	Duas molas em paralelo
	
$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	$k_{eq} = k_1 + k_2$

Exercícios

---

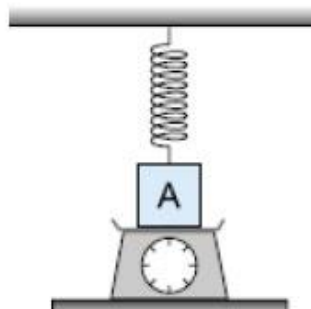
1. Um livro de peso igual a 4 N está apoiado, em repouso, na palma de sua mão. Complete as sentenças abaixo:
- Uma força para baixo de 4 N é exercida sobre o livro pela \_\_\_\_\_.
  - Uma força para cima de \_\_\_\_\_ é exercida sobre o(a) \_\_\_\_\_ pela mão.
  - A força para cima (item II) é reação à força para baixo (item I)? \_\_\_\_\_
- mão, 14 N, Terra, Sim.
  - Terra, 4 N, livro, Sim.
  - Terra, 4 N, Terra, Não.
  - Terra, 8 N, Terra, Sim.
  - Terra, 4 N, livro, Não.
2. Um astronauta de massa  $m$  e peso  $P$  foi levado da superfície da Terra para a superfície de um planeta cuja aceleração da gravidade, em módulo, é igual a um terço da aceleração da gravidade registrada na superfície terrestre. No novo planeta, os valores da massa e do peso desse astronauta, em função de suas intensidades na Terra, serão respectivamente:
- $\frac{m}{3}, P$
  - $m, P$
  - $m, \frac{P}{3}$
  - $\frac{m}{3}, \frac{P}{3}$
-

3. A mola varia seu comprimento de 10cm para 22cm quando penduramos em sua extremidade um corpo de 4N.



Determine o comprimento total dessa mola, quando penduramos nela um corpo de 6N.

- a) 28 cm.
  - b) 38 cm.
  - c) 18 cm.
  - d) 20 cm.
  - e) 40 cm.
4. A mola da figura tem constante elástica 20 N/m e encontra-se alongada de 20 cm sob a ação do corpo A cujo peso é 5,0 N. Nessa situação de equilíbrio, determinar a indicação da balança, graduada em Newtons.



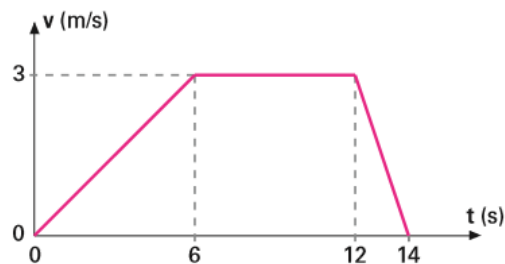
- a) 2 N.
- b) 1 N.
- c) 4 N.
- d) 5 N.
- e) 3 N.

5. A figura a seguir mostra uma corrente formada por três elos. A massa de cada elo é de 100g e uma força vertical  $F$  puxa essa corrente para cima. A corrente sobe com uma aceleração de  $3,0 \text{ m/s}^2$ .



Considerando essas informações, o valor do módulo da força  $F$  que puxa a corrente; do módulo da força resultante que atua sobre o elo do meio e do módulo da força que o elo do meio faz sobre o elo de baixo, respectivamente:

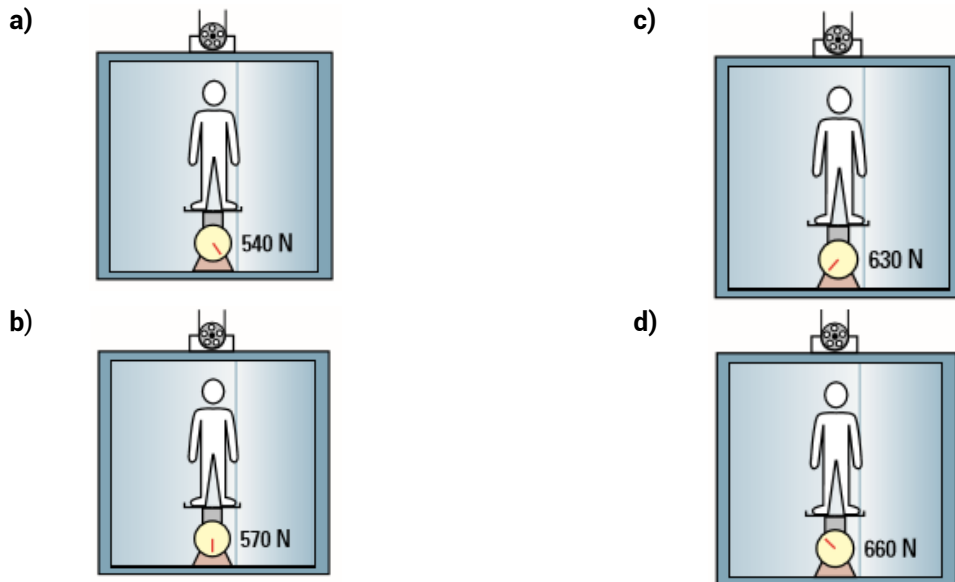
- a)  $4,9\text{N}$  ;  $0,5 \text{ N}$  ;  $1,2 \text{ N}$ .
  - b)  $3,9\text{N}$  ;  $0,4 \text{ N}$  ;  $1,2 \text{ N}$ .
  - c)  $4,9\text{N}$  ;  $0,3 \text{ N}$  ;  $1,5 \text{ N}$ .
  - d)  $5,9\text{N}$  ;  $0,3 \text{ N}$  ;  $1,3 \text{ N}$ .
  - e)  $3,9\text{N}$  ;  $0,3 \text{ N}$  ;  $1,3 \text{ N}$ .
6. Uma carga de  $10 \cdot 10^3 \text{ kg}$  é abaixada para o porão de um navio atracado. A velocidade de descida da carga em função do tempo está representada no gráfico da figura:



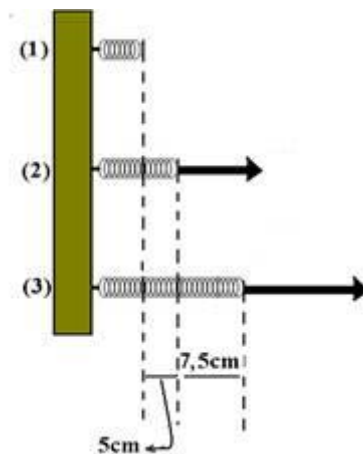
Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine os módulos das forças de tração  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , no cabo que sustenta a carga, entre 0 e 6 segundos, entre 6 e 12 segundos e entre 12 e 14 segundos, respectivamente.

- a)  $115000 \text{ N}$ ,  $100000 \text{ N}$  e  $65000 \text{ N}$ .
- b)  $100000 \text{ N}$ ,  $85000 \text{ N}$  e  $50000 \text{ N}$
- c)  $95000 \text{ N}$ ,  $100000 \text{ N}$  e  $115000 \text{ N}$
- d)  $50000 \text{ N}$ ,  $100000 \text{ N}$  e  $115000 \text{ N}$
- e)  $85000 \text{ N}$ ,  $85000 \text{ N}$  e  $95000 \text{ N}$

7. Uma balança na portaria de um prédio indica que o peso de Chiquinho é de 600 N. A seguir, outra pesagem é feita na mesma balança, no interior de um elevador, que sobe com aceleração de sentido contrário ao da aceleração da gravidade e módulo  $a = g/10$  em que  $g = 10\text{m/s}^2$ . Nessa nova situação, o ponteiro da balança aponta para o valor que está indicado corretamente na seguinte figura:



8. A mola da figura está:

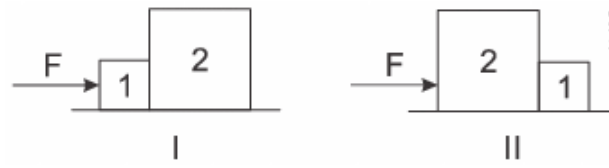


- em (1) no seu tamanho natural
- em (2) tracionada por uma força de 10N
- em (3) tracionada por uma força de 25N

Podemos afirmar, em relação à lei de Hooke:

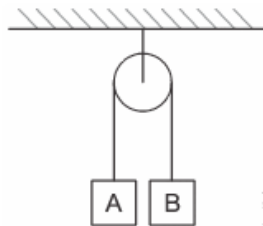
- a) A situação obedece à lei de Hooke completamente.
- b) A situação não obedece à lei de Hooke, já que forças de modulo diferentes proporcionam expansões diferentes para mola.
- c) A situação não obedece à lei de Hooke, já que o valor da constante da mole é diferente para ambos os casos.

9. Dois blocos, 1 e 2, são arranjados de duas maneiras distintas e empurrados sobre uma superfície sem atrito, por uma mesma força horizontal  $F$ . As situações estão representadas nas figuras I e II abaixo.



Considerando que a massa do bloco 1 é  $m_1$  e que a massa do bloco 2 é  $m_2 = 3m_1$ , a opção que indica a intensidade da força que atua entre blocos, nas situações I e II, é, respectivamente,

- a)  $F/4$  e  $F/4$
  - b)  $F/4$  e  $3F/4$
  - c)  $F/2$  e  $F/2$
  - d)  $3F/4$  e  $F/4$
  - e)  $F$  e  $F$
10. O sistema a seguir apresenta aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$  e a tração no fio é igual a  $72 \text{ N}$ . Considere que a massa de A é maior que a massa de B, o fio é inextensível e não há atrito na polia. A diferença entre as massas desses dois corpos é igual a  
 Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a)  $1 \text{ kg}$
- b)  $3 \text{ kg}$
- c)  $4 \text{ kg}$
- d)  $6 \text{ kg}$

Gabarito

---

1. E

A questão ressalta a lei ação e reação.

2. C

Não há alteração na massa. Para o peso, temos que:

$$P = mg$$

$$P' = mg' = m \cdot \frac{g}{3}$$

$$\therefore P' = \frac{P}{3}$$

3. A

$$F = kx$$

$$4 = k(22 - 10)$$

$$k = 1/3 \frac{N}{cm}$$

Calculando a deformação:

$$F = kx$$

$$6 = \frac{1}{3}x$$

$$x = 18cm$$

Portanto, o comprimento é  $18 + 10$  (inicial) = 28 cm.

4. B

$$F_r = P - F$$

$$P = 5N$$

$$F = kx = 20 \cdot 0,2 = 4N$$

$$F_r = 5 - 4 = 1N$$

5. E

$$F - P = ma \rightarrow F - 3 = 0,3 \cdot 3 \rightarrow F = 3,9 N.$$

$$\text{Só sobre o elo do meio: } F_R = ma = 0,1 \cdot 3 = 0,3 N.$$

$$\text{Elo de baixo: } T - P = ma \rightarrow T - 1 = 0,1 \cdot 3 \rightarrow T = 1,3 N.$$

6. C

Para todos os casos, teremos, de maneira generalizada:

$$T - P = ma$$

$$T - 1000 \cdot 10 = 1000 \cdot a$$

$$T = 1000 \cdot a + 10000$$

Agora, aplicando para T1, T2 e T3, temos:

$$T_1 = 1000 \cdot 0,5 + 10000 = 10500 N$$

---

$$T_2 = 1000.0 + 10000 = 10000 \text{ N}$$

$$T_3 = T_1 = 10500 \text{ N}$$

7. D

Elevador subindo:

$$N - P = ma$$

$$N = P + ma = 600 + 60. \left(\frac{g}{10}\right) = 660 \text{ N}$$

8. A

$$\text{Em 2} - F = kx \rightarrow 10 = k.5 \rightarrow k = 2 \text{ N/m}$$

$$\text{Em 3} - F = kx \rightarrow 25 = k.12,5 \rightarrow k = 2 \text{ N/m}$$

Sim, obedece à lei de Hooke, pois o k é constante.

9. D

Nos dois casos a aceleração tem o mesmo módulo:

$$F = (m_1 + m_2)a \rightarrow F = (m_1 + 3m_1)a \rightarrow F = 4m_1a \rightarrow a = \frac{F}{4m_1}$$

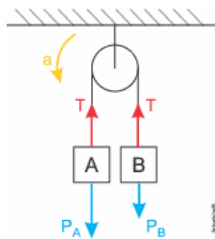
Calculando as forças de contato:

$$F_{12} = m_2a \rightarrow F_{12} = 3m_1 \frac{F}{4m_1} = \frac{3F}{4}$$

$$F_{21} = m_1a \rightarrow F_{21} = m_1 \frac{F}{4m_1} = \frac{F}{4}$$

10. B

Como a massa do bloco A é maior que a massa do bloco B, a tendência do sistema de blocos é "girar" no sentido anti-horário.



De acordo com o diagrama de forças acima, temos que:

$$F_R = m_A a = P_A - T$$

$$2m_A = 10m_A - 72$$

$$m_A = 9 \text{ kg}$$

$$F_R = m_B a = T - P_B$$

$$2m_B = 72 - 10m_B$$

$$m_B = 6 \text{ kg}$$

$$m_A - m_B = 9 - 6 = 3 \text{ kg}$$