

Elementos transmissores de força

Setor A: Aulas 17 e 18 / Pg. 404/ Alfa 3

SL 02 – Teoria

SL 09 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

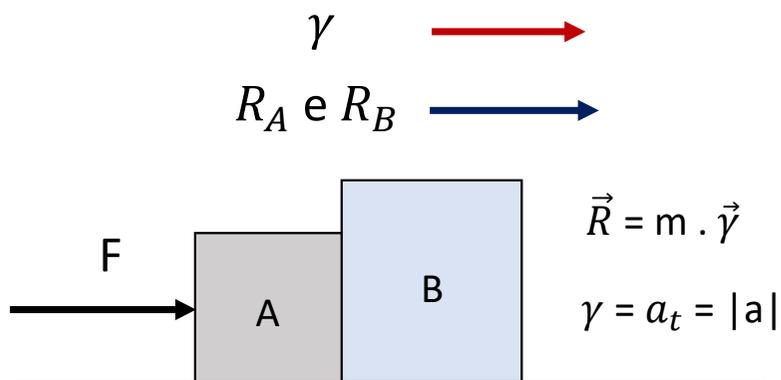
Professor Caio – Física / Setor A

Método para estudar problemas de sistema de blocos

1. Isolar os corpos
2. Marcar as forças
3. Indicar a aceleração vetorial e a resultante
4. Escrever $R = m \cdot \gamma$
5. Resolver o sistema



Exemplo



- $m_A = 2 \text{ kg}$
- $m_B = 3 \text{ kg}$
- $F = 100 \text{ N}$
- Despreze os atritos

• Calcule:

- a aceleração adquirida por cada bloco
- as forças trocadas entre os blocos

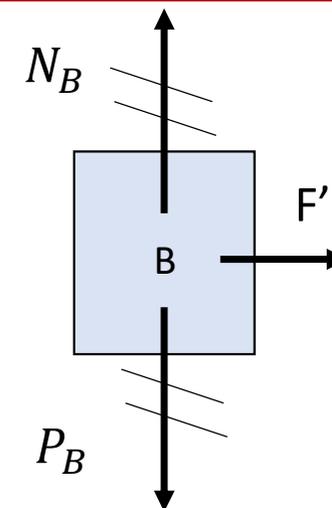
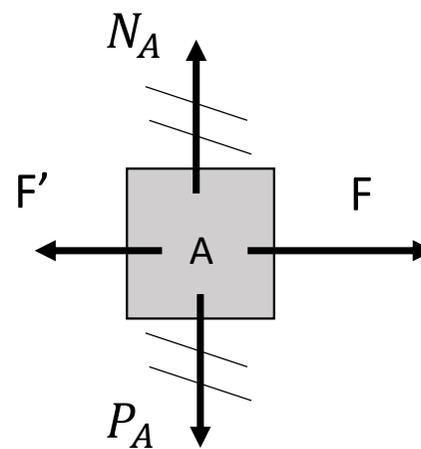


Figura 2ª Lei

$$R_A = F - \cancel{F'} = m_A \cdot |a|$$

$$+ R_B = \cancel{F'} = m_B \cdot |a|$$

$$F = m_A \cdot a + m_B \cdot a$$

$$F = a (m_A + m_B)$$

$$a = \frac{F}{(m_A + m_B)} = \frac{100}{5} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

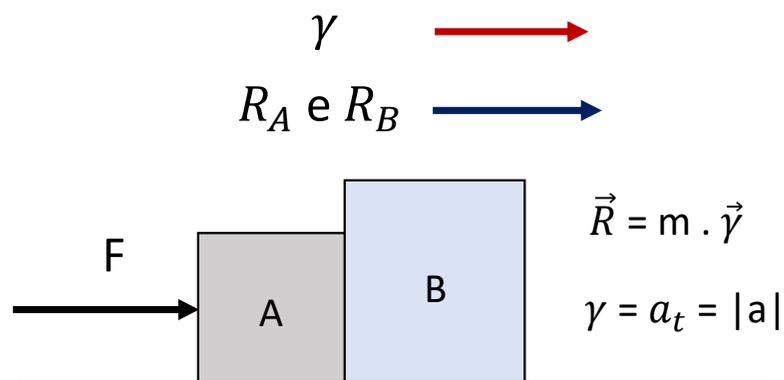
$$F' = m_B \cdot |a|$$

$$F' = 3 \cdot 20$$

$$F' = 60 \text{ N}$$

O Corpo A não transmite toda força aplicada sobre ele, pois sua massa não é nula .

Exemplo



- $m_A = 2 \text{ kg}$
- $m_B = 3 \text{ kg}$
- $F = 100 \text{ N}$
- Despreze os atritos

• Calcule:

- a aceleração adquirida por cada bloco
- as forças trocadas entre os blocos

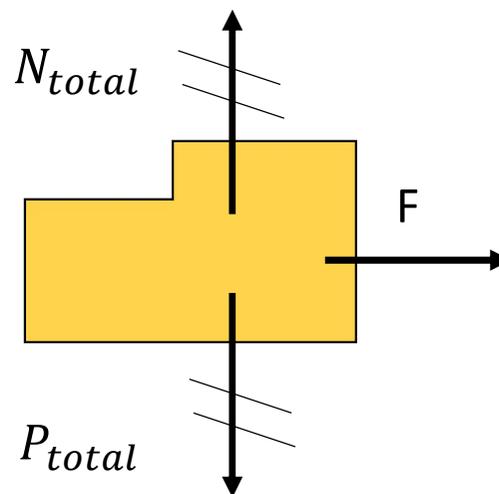


Figura 2ª Lei

$$R = F = m_{total} \cdot |a|$$

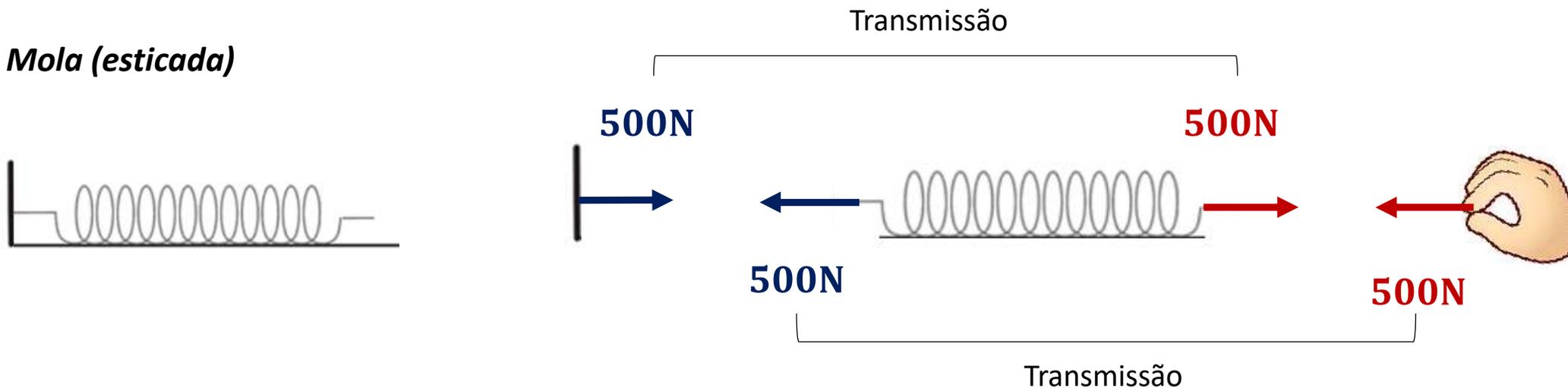
$$a = \frac{F}{m_{total}} = \frac{100}{5} = 20 \frac{m}{s^2}$$

Quando os blocos apresentarem mesma aceleração, podemos imaginar um único corpo!



Fio Ideal, mola ideal e dinamômetro ideal

Mola (esticada)



$$R = m \cdot \gamma$$

$$T_{M\tilde{a}o, Mola} - T_{Parede, Mola} = m \cdot \gamma$$

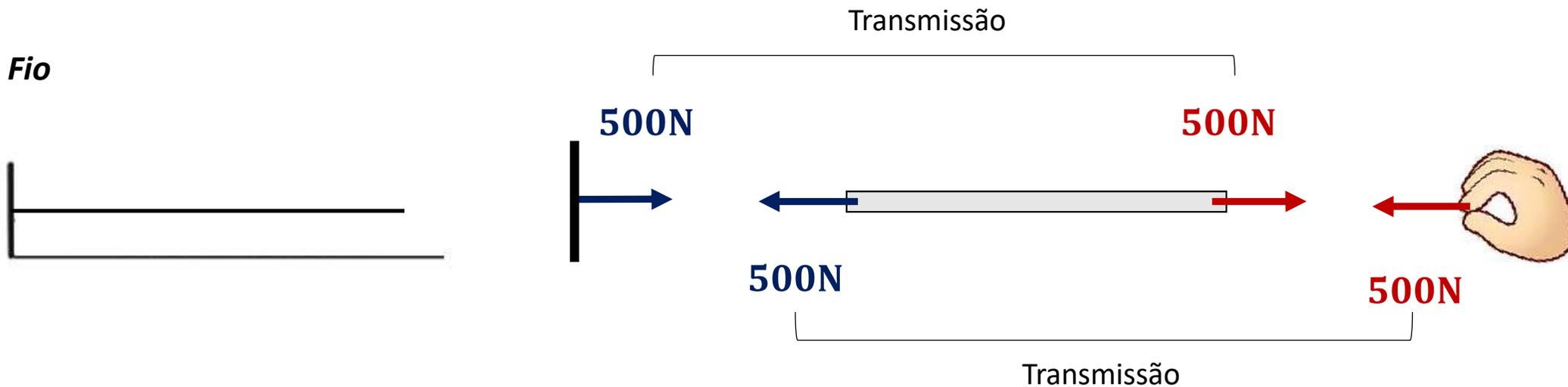
$$T_{M\tilde{a}o, Mola} - T_{Parede, Mola} = 0$$

$$T_{M\tilde{a}o, Mola} = T_{Parede, Mola}$$

A mola ideal transmite toda força aplicada sobre ele, pois sua massa é nula

Fio Ideal, mola ideal e dinamômetro ideal

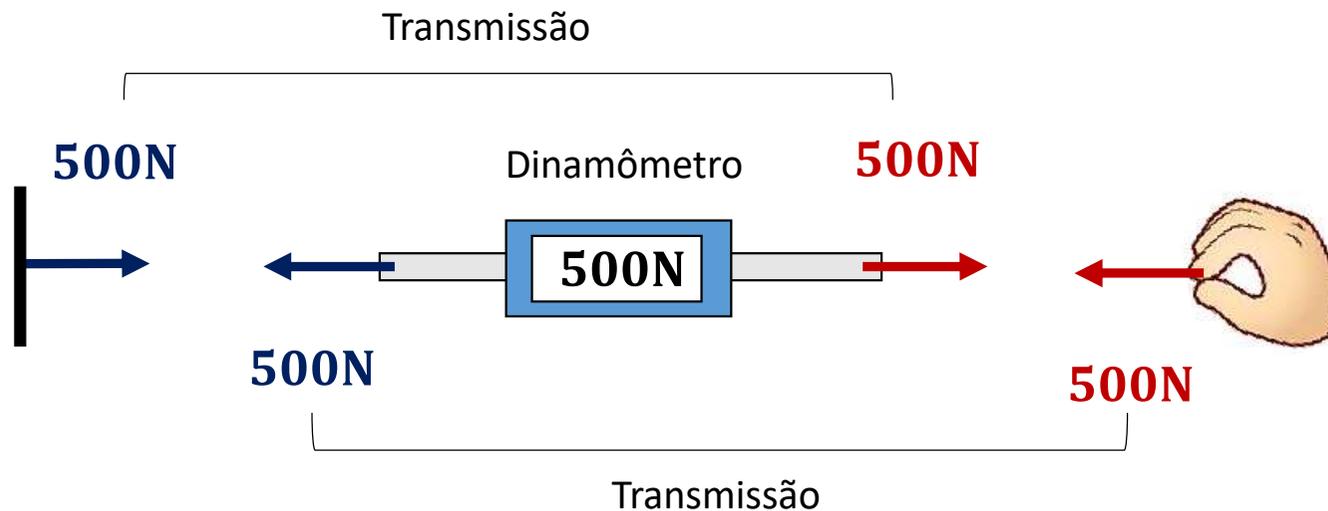
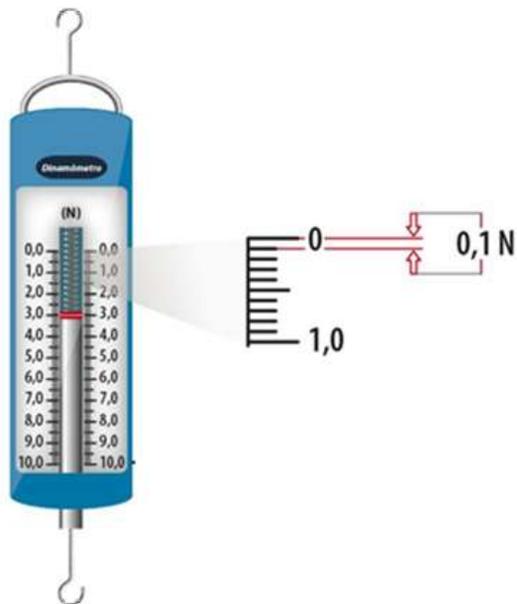
Fio



O fio ideal transmite toda força aplicada sobre ele, pois sua massa é nula

Fio Ideal, mola ideal e dinamômetro ideal

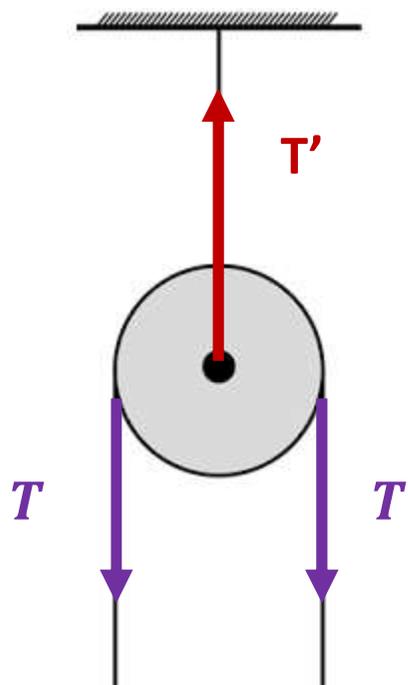
Dinamômetro



O dinamômetro ideal:

- Indica a tração
- Transmite toda força aplicada sobre ele, pois sua massa é nula

Polia ideal



A polia ideal tem massa nula

$$R = m \cdot \gamma$$

$$T' - 2T = m \cdot \gamma$$

$$T' - 2T = 0$$

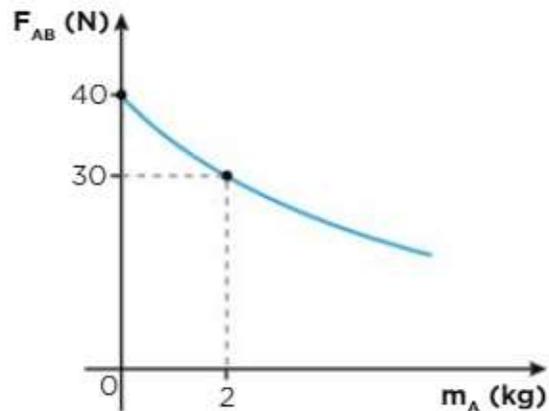
$$T' = 2T$$

Exercícios

1. (FCMSCSP) Duas caixas, A e B, estão apoiadas, em repouso, sobre uma superfície plana e horizontal. Sobre a caixa A é aplicada uma força F , horizontal e de intensidade constante, conforme a figura.



O gráfico representa a variação da intensidade da força $F_{A,B}$, transmitida de A para B, em função da massa de A, m_A , mantendo a massa de B, m_B , constante.



Desprezando o atrito e a resistência do ar, a aceleração do sistema quando $m_A = 2 \text{ kg}$ será:

- a) 1 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 2 m/s^2 d) 3 m/s^2 e) 5 m/s^2

1. (FCMSCSP) Duas caixas, A e B, estão apoiadas, em repouso, sobre uma superfície plana e horizontal. Sobre a caixa A é aplicada uma força F , horizontal e de intensidade constante, conforme a figura.

Desprezando o atrito e a resistência do ar, a aceleração do sistema quando $m_A = 2$ kg será:

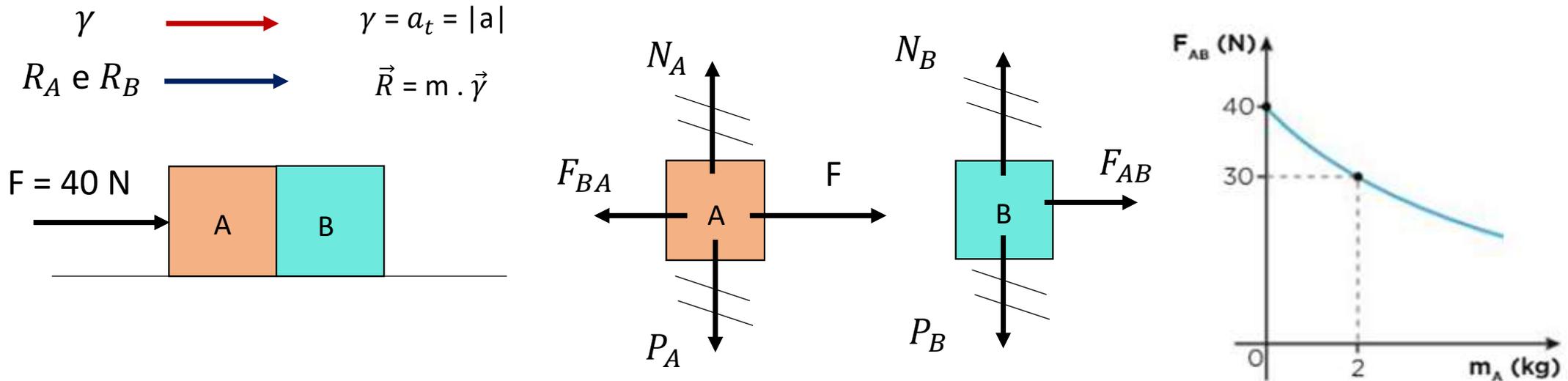


Figura 2ª Lei

$$R_A = F - F_{BA} = m_A \cdot |a|$$

$$R_B = F_{AB} = m_B \cdot |a|$$

De acordo com o gráfico

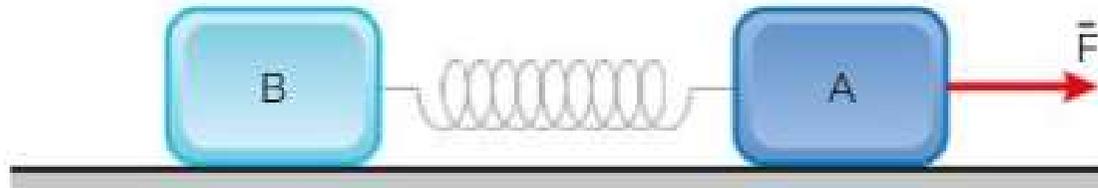
$$m_A = 2 \text{ kg} \rightarrow F_{AB} = 30 \text{ N}$$

$$F_{AB} = F_{BA} = 30 \text{ N}$$

$$F - F_{BA} = m_A \cdot |a|$$

$$|a| = \frac{F - F_{BA}}{m_A} = \frac{40 - 30}{2} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. (Mack-SP) Um bloco A, de massa 6 kg, está preso a outro B, de massa 4 kg, por meio de uma mola ideal de constante elástica 800 N/m. Os blocos estão apoiados sobre uma superfície horizontal e se movimentam devido à ação da força F horizontal, de intensidade 60 N.

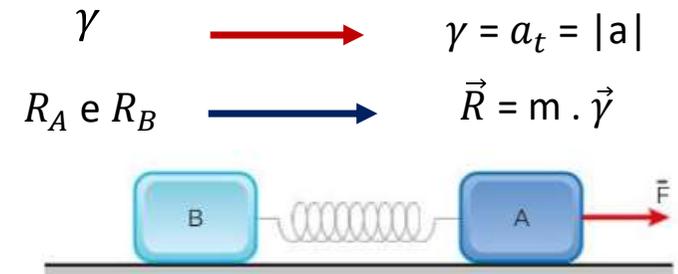


Sendo o coeficiente de atrito cinético entre as superfícies em contato igual a 0,4, a distensão da mola é de:

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 3 cm
- b) 4 cm
- c) 5 cm
- d) 6 cm
- e) 7 cm

2. (Mack-SP) Um bloco A, de massa 6 kg, está preso a outro B, de massa 4 kg, por meio de uma mola ideal de constante elástica 800 N/m. Os blocos estão apoiados sobre uma superfície horizontal e se movimentam devido à ação da força F horizontal, de intensidade 60 N.



Sendo o coeficiente de atrito cinético entre as superfícies em contato igual a 0,4, a distensão da mola é de:

Figura

2ª Lei

$$R_A = F - T - A_{cin A} = m_A \cdot |a|$$

$$R_B = T - A_{cin B} = m_B \cdot |a|$$

+

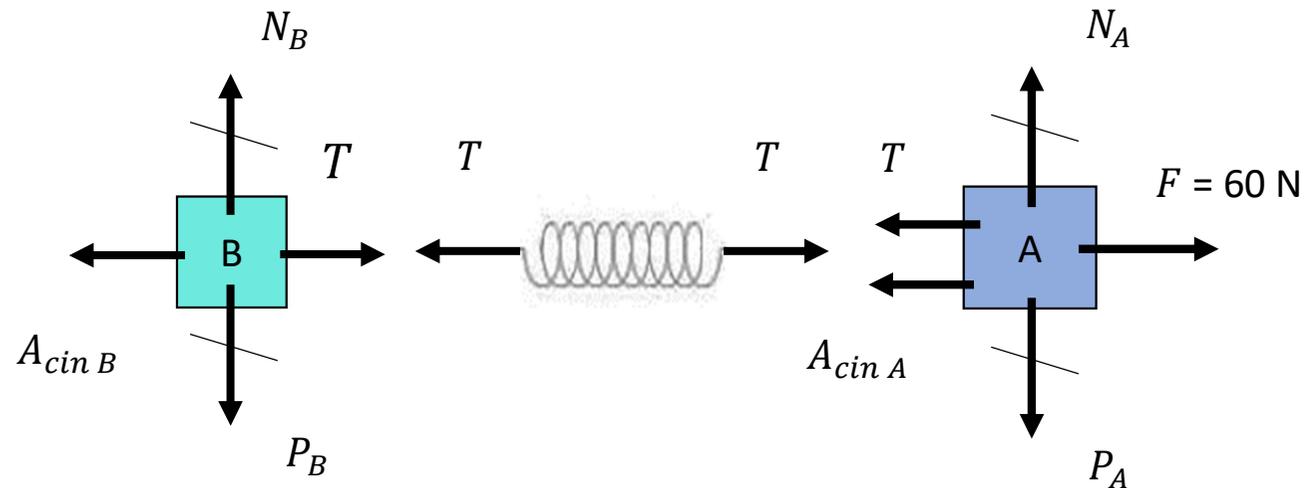
$$F - A_{cin A} - A_{cin B} = m_A \cdot |a| + m_B \cdot |a|$$

$$F - A_{cin A} - A_{cin B} = a (m_A + m_B)$$

$$60 - 24 - 16 = a (6 + 4)$$

$$20 = a (10) \rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$T = m_B \cdot |a| + A_{cin B} = 4 \cdot 2 + 16 = 24 \text{ N}$$



$$T = F_{el} = 24 \text{ N}$$

$$x = \frac{F_{el}}{K} = \frac{24}{800} = 0,03 \text{ m}$$

$$x = 3 \text{ cm}$$

$$N_B = P_B = 40 \text{ N}$$

$$A_{cin B} = \mu_c \cdot N_B$$

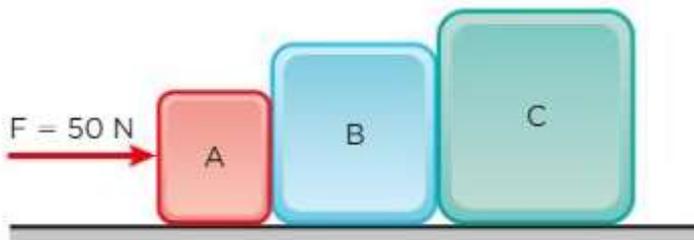
$$A_{cin A} = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ N}$$

$$N_A = P_A = 60 \text{ N}$$

$$A_{cin A} = \mu_c \cdot N_A$$

$$A_{cin A} = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ N}$$

3. Três corpos A, B e C estão encostados um no outro e apoiados sobre uma superfície plana e horizontal. Os corpos possuem massas 2 kg, 3 kg e 5 kg, respectivamente. O coeficiente de atrito estático é 0,3, e o coeficiente de atrito cinético é 0,2 para todos os corpos citados. A intensidade do campo gravitacional é 10 N/kg. Uma força de 50 N é aplicada no conjunto como indicado na figura a seguir:



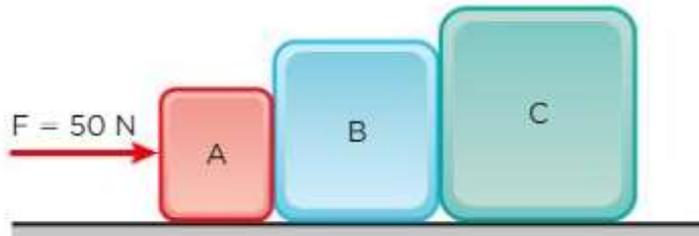
Responda às perguntas a seguir:

- O corpo A vai iniciar escorregamento? Justifique.
- Determine a aceleração do conjunto.
- Calcule a intensidade da força que B aplica em C.
- Caso seja colocada uma mola ideal de constante elástica 500 N/m entre os corpos B e C, determine sua deformação.

3. Três corpos A, B e C estão encostados um no outro e apoiados sobre uma superfície plana e horizontal. Os corpos possuem massas **2 kg, 3 kg e 5 kg**, respectivamente. **O coeficiente de atrito estático é 0,3**, e o **coeficiente de atrito cinético é 0,2** para todos os corpos citados. A intensidade do campo gravitacional é 10 N/kg. **Uma força de 50 N** é aplicada no conjunto como indicado na figura a seguir:

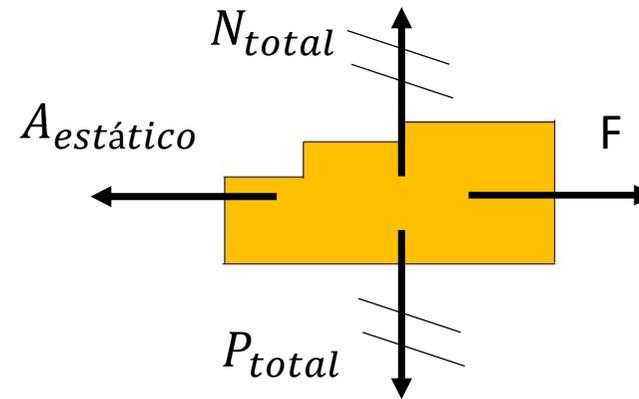
Responda às perguntas a seguir:

a) O corpo A vai iniciar escorregamento? Justifique.



$$\begin{array}{l} \vec{\gamma} \quad \longrightarrow \quad \gamma = a_t = |a| \\ \vec{R}_A, \vec{R}_B \text{ e } \vec{R}_C \quad \longrightarrow \quad \vec{R} = m \cdot \vec{\gamma} \end{array}$$

1. Considerando um único corpo



$$N = P = m \cdot g = 10 \cdot 10 = 100 \text{ N}$$

2. Para A escorregar, todos os blocos devem escorregar

3. Para o conjunto escorregar

$$F > A_e^{m\acute{a}x}$$

$$A_e^{m\acute{a}x} = \mu_e \cdot N$$

$$50 \text{ N} > 30 \text{ N}$$

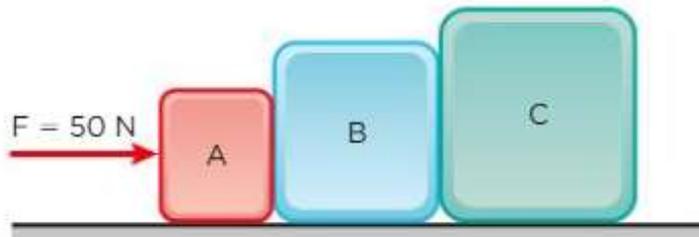
$$A_e^{m\acute{a}x} = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ N}$$

Vai iniciar o escorregamento

3. Três corpos A, B e C estão encostados um no outro e apoiados sobre uma superfície plana e horizontal. Os corpos possuem massas 2 kg, 3 kg e 5 kg, respectivamente. O coeficiente de atrito estático é 0,3, e o coeficiente de atrito cinético é 0,2 para todos os corpos citados. A intensidade do campo gravitacional é 10 N/kg. Uma força de 50 N é aplicada no conjunto como indicado na figura a seguir:

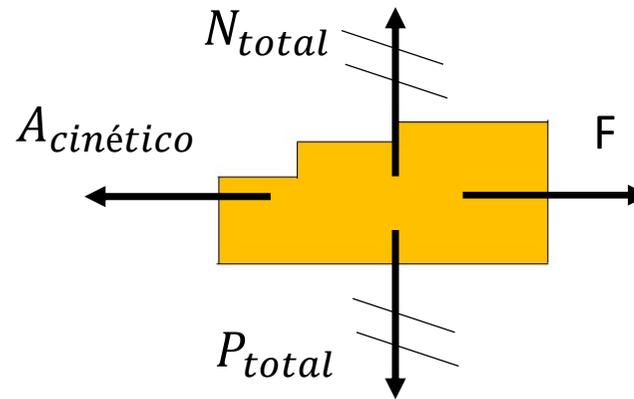
Responda às perguntas a seguir:

b) Determine a aceleração do conjunto.



$\vec{\gamma}$ $\gamma = a_t = |a|$
 $R_A, R_B \text{ e } R_C$ $\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$

1. Considerando um único corpo



$$N = P = m \cdot g = 10 \cdot 10 = 100 \text{ N}$$

$$A_{\text{cinético total}} = \mu_c \cdot N$$

$$A_{\text{cinético total}} = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ N}$$

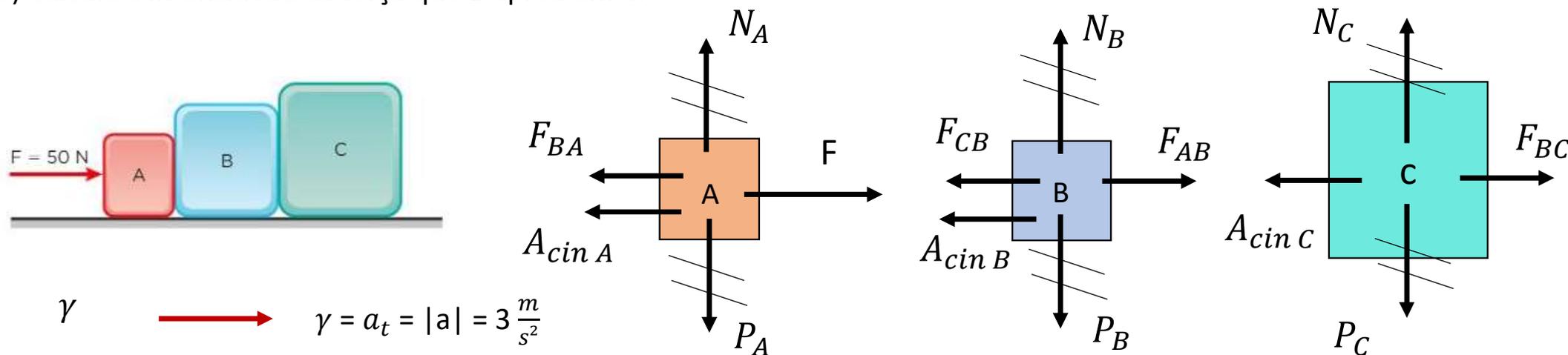
Figura 2ª Lei

$$R = F - A_{\text{cin}} = m_{\text{total}} \cdot |a|$$

$$a = \frac{F - A_{\text{cin}}}{m_{\text{total}}} = \frac{50 - 20}{10} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

3. Três corpos A, B e C estão encostados um no outro e apoiados sobre uma superfície plana e horizontal. Os corpos possuem massas 2 kg, 3 kg e 5 kg, respectivamente. O coeficiente de atrito estático é 0,3, e o coeficiente de atrito cinético é 0,2 para todos os corpos citados. A intensidade do campo gravitacional é 10 N/kg. Uma força de 50 N é aplicada no conjunto como indicado na figura a seguir:

c) Calcule a intensidade da força que B aplica em C.



γ \longrightarrow $\gamma = a_t = |a| = 3 \frac{m}{s^2}$
 $R_A, R_B \text{ e } R_C$ \longrightarrow $\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$

Bloco C

Figura

2ª Lei

$$F_{BC} - 10 = 5 \cdot |3|$$

$$R_C = F_{BC} - A_{cin c} = m_C \cdot |a|$$

$$F_{BC} = 25 \text{ N}$$

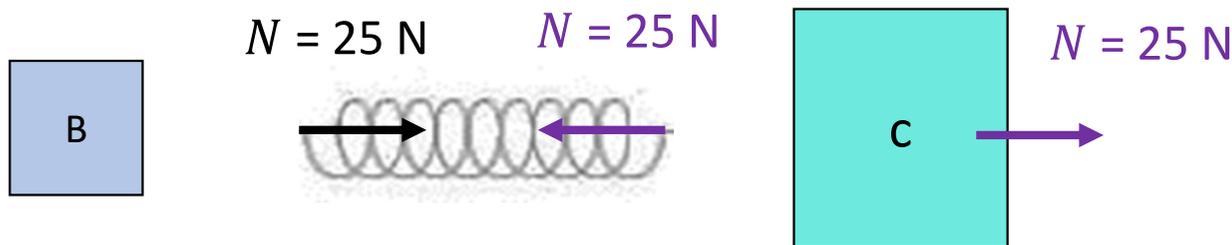
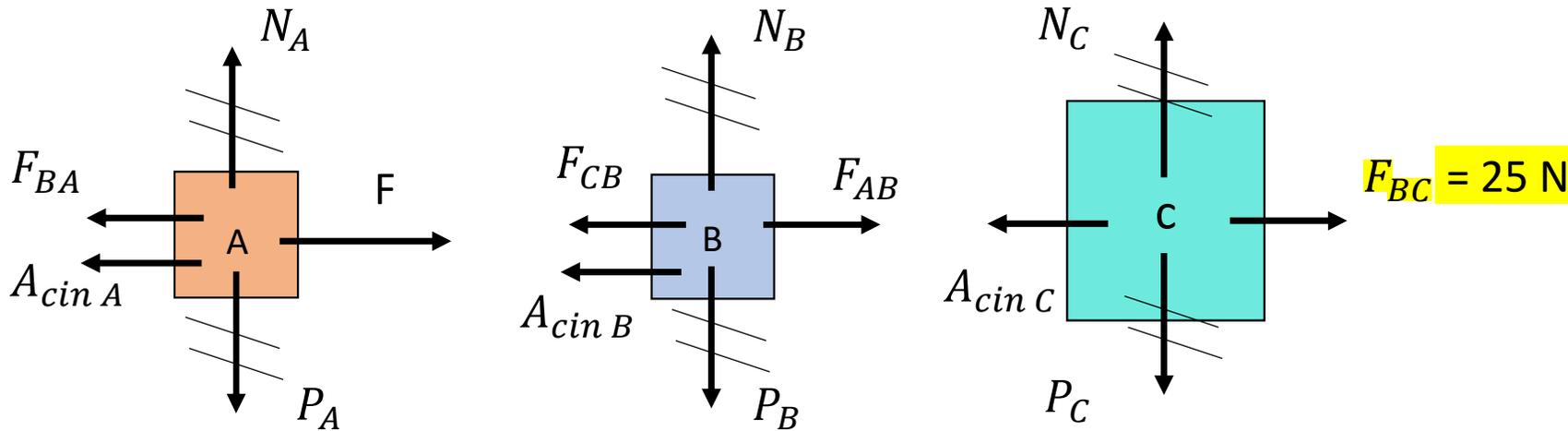
$$N_C = P_C = m \cdot g = 5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$$

$$A_{cin c} = \mu_c \cdot N$$

$$A_{cin c} = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ N}$$

3. Três corpos A, B e C estão encostados um no outro e apoiados sobre uma superfície plana e horizontal. Os corpos possuem massas 2 kg, 3 kg e 5 kg, respectivamente. O coeficiente de atrito estático é 0,3, e o coeficiente de atrito cinético é 0,2 para todos os corpos citados. A intensidade do campo gravitacional é 10 N/kg. Uma força de 50 N é aplicada no conjunto como indicado na figura a seguir:

d) Caso seja colocada uma mola ideal de constante elástica 500 N/m entre os corpos B e C, determine sua deformação.

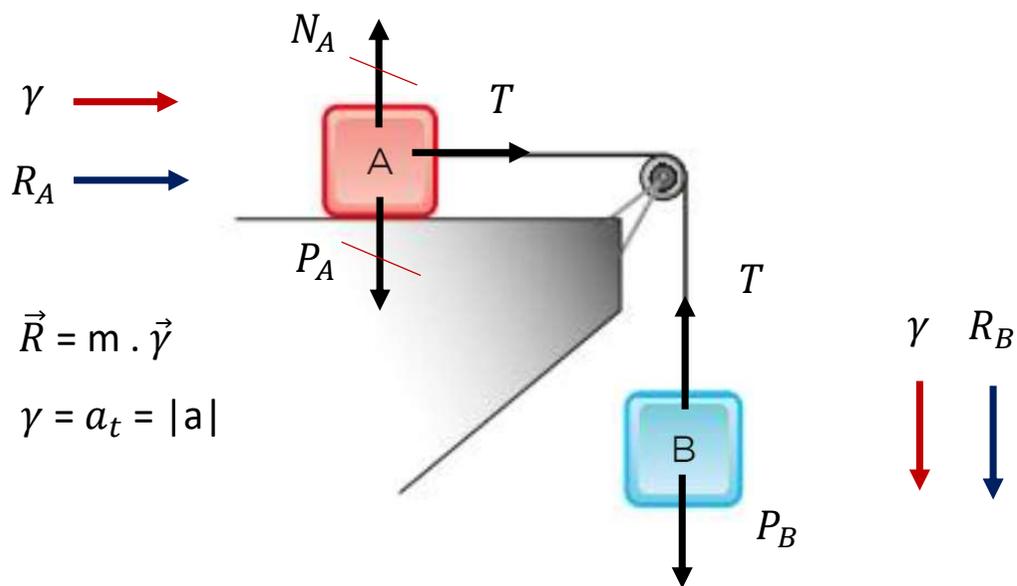


$$F_{el} = k \cdot x \rightarrow x = \frac{F_{el}}{k} = \frac{25}{500} = 0,05 \text{ m}$$

Texto para as questões 4 e 5

Um dos primeiros arranjos experimentais que verificou as leis de Newton foi a máquina de Fletcher. Ela é composta de dois blocos, um fio e uma polia ideal.

No arranjo da figura, vamos considerar o atrito desprezível e a intensidade do campo gravitacional 10 N/kg.



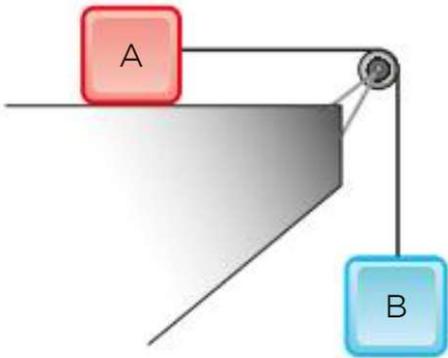
4. Qual o movimento que o bloco B vai adquirir?

- a) Descendente, independente das massas dos corpos A e B. ←
- b) Ascendente, somente se $m_B < m_A$
- c) Descendente, somente se $m_B > m_A$.
- d) Descendente e com velocidade constante se $m_B = m_A$.

Texto para as questões 4 e 5

Um dos primeiros arranjos experimentais que verificou as leis de Newton foi a máquina de Fletcher. Ela é composta de dois blocos, um fio e uma polia ideal.

No arranjo da figura, vamos considerar o atrito desprezível e a intensidade do campo gravitacional 10 N/kg .

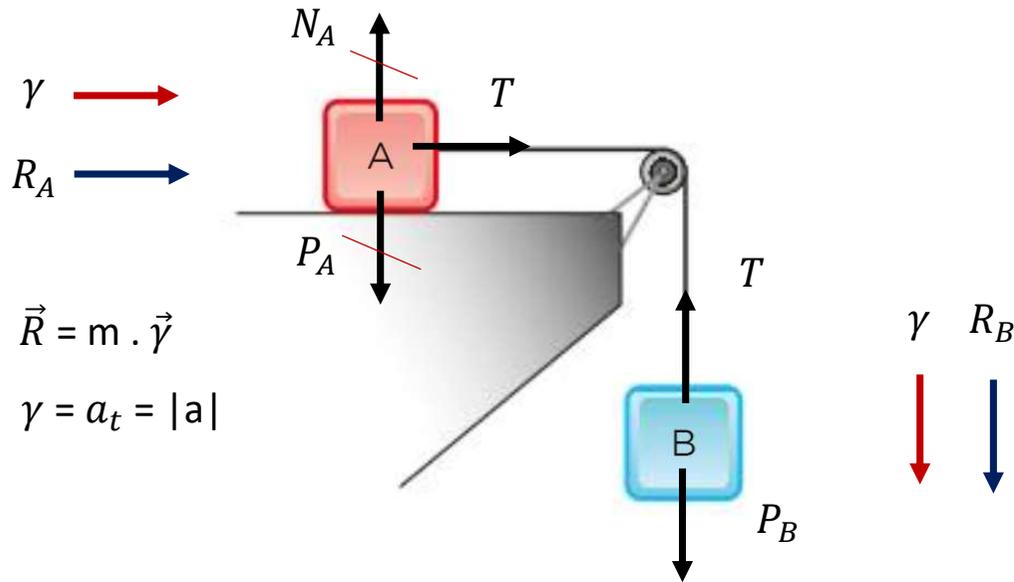


5. As massas dos corpos A e B são, respectivamente, 20 kg e 5 kg . Caso seja colocado um dinamômetro ideal no trecho vertical do fio, qual será a sua indicação?

- a) 10 N
- b) 20 N
- c) 30 N
- d) 40 N
- e) 50 N

Um dos primeiros arranjos experimentais que verificou as leis de Newton foi a máquina de Fletcher. Ela é composta de dois blocos, um fio e uma polia ideal.

No arranjo da figura, vamos considerar o atrito desprezível e a intensidade do campo gravitacional 10 N/kg.



5. As massas dos corpos **A** e **B** são, respectivamente, **20 kg** e **5 kg**. Caso seja colocado um dinamômetro ideal no trecho vertical do fio, qual será a sua indicação?

- a) 10 N b) 20 N c) 30 N **d) 40 N** e) 50 N

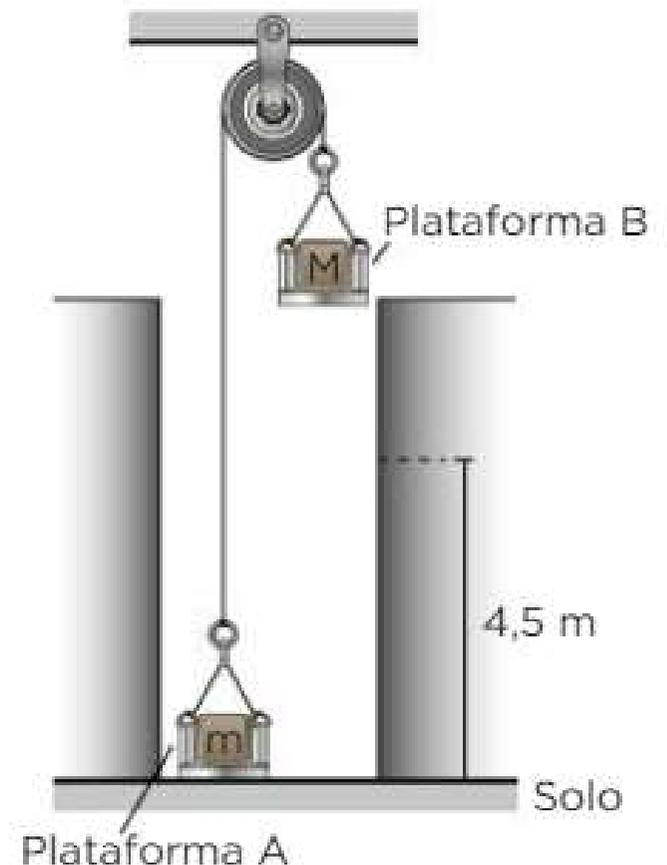
	Figura	2ª Lei
	P_B	$= m_B \cdot a $
	T	$= m_A \cdot a $
+		
	P_B	$= m_A \cdot a + m_B \cdot a $
	$m_B \cdot g$	$= a (m_A + m_B)$
	$a = \frac{m_B \cdot g}{m_A + m_B}$	$= \frac{5 \cdot 10}{20 + 5} = 2 \text{ m/s}^2$

$T = m_A \cdot |a| = 20 \cdot 2 = 40 \text{ N}$

6. (Unesp-SP) Em uma obra, para permitir o transporte de objetos para cima, foi montada uma máquina constituída por uma polia, fios e duas plataformas A e B horizontais, todos de massas desprezíveis, como mostra a figura. Um objeto de massa $m = 225 \text{ kg}$, colocado na plataforma A, inicialmente em repouso no solo, deve ser levado verticalmente para cima e atingir um ponto a $4,5 \text{ m}$ de altura, em movimento uniformemente acelerado, num intervalo de tempo de 3 s . A partir daí, um sistema de freios passa a atuar, fazendo a plataforma A parar na posição onde o objeto será descarregado.

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, desprezando os efeitos do ar sobre o sistema e os atritos durante o movimento acelerado, a massa M , em kg , do corpo que deve ser colocado na plataforma B para acelerar para cima a massa m no intervalo de 3 s é igual a

- a) 275.
- b) 285.
- c) 295.
- d) 305.
- e) 315.



Subida de m (1)

- $\Delta S = S - S_0 = 4,5 \text{ m}$
- $\Delta t = 3 \text{ s}$
- $v_0 = 0$
- $a = ?$

$$S = S_0 + v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$$

$$S - S_0 = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$$

$$4,5 = 0 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot 3^2$$

$$4,5 = 4,5 \cdot a$$

$$\mathbf{a = 1 \text{ m/s}^2}$$

Dinâmica do sistema e cálculo da massa M (2)

- $m = 225 \text{ kg}$ • $g = 10 \text{ m/s}^2$ • $M = ?$

Figura 2ª Lei

$$R_2 = P_2 - T = M \cdot |a|$$

$$+ \quad R_1 = T - P_1 = m \cdot |a|$$

$$P_2 - P_1 = M \cdot |a| + m \cdot |a|$$

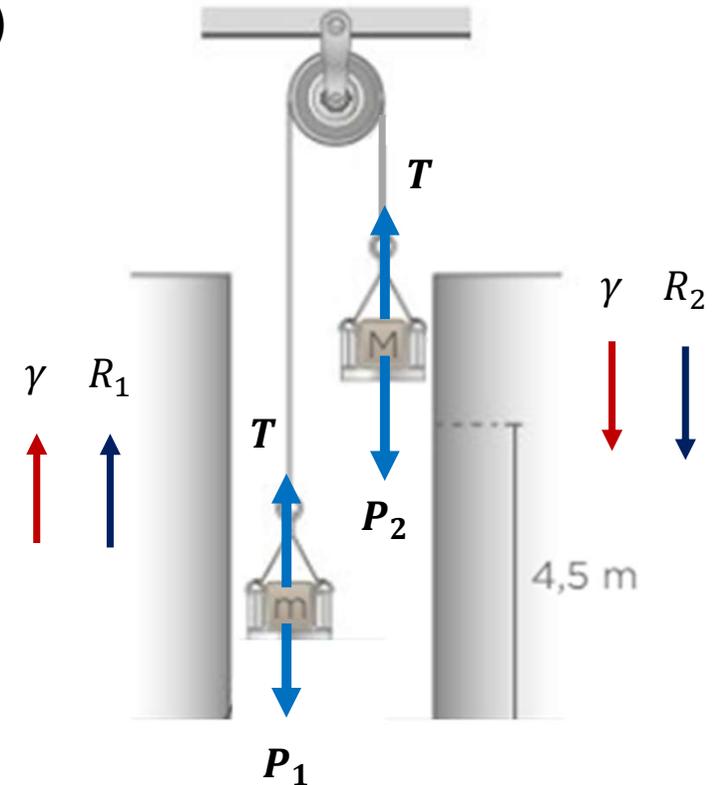
$$M \cdot g - m \cdot g = M \cdot |a| + m \cdot |a|$$

$$M \cdot 10 - 225 \cdot 10 = M \cdot 1 + 225 \cdot 1$$

$$10M - 2250 = M + 225$$

$$10M - M = 225 + 2250$$

$$9M = 2475 \quad \rightarrow M = 275 \text{ Kg}$$

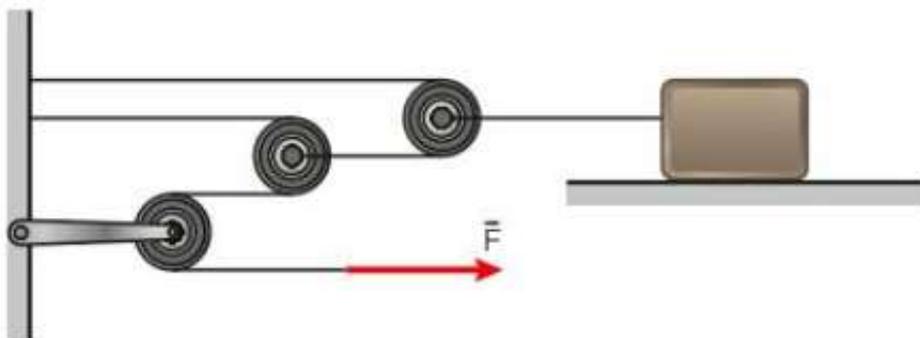


$$\vec{R} = m \cdot \vec{\gamma}$$

$$\gamma = a_t = |a|$$

7. (Enem) Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens.

Suponha que a massa do navio era de 3 000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força F , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.

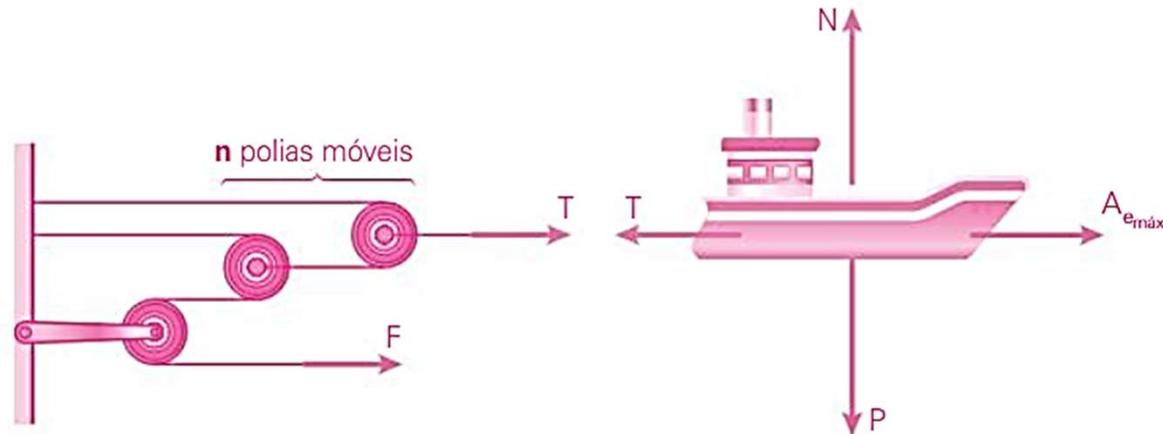


O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- a) 3. b) 6. c) 7. d) 8. e) 10.

As forças aplicadas no navio na situação de iminência de escorregamento são:

Resolução do ex. 7



A intensidade do atrito estático máximo é dada por:

$$A_{e_{\text{máx}}} = \mu_e \cdot N = \mu_e \cdot m \cdot g = 0,8 \cdot 3000 \cdot 10 = 24000 \text{ N}$$

Em uma associação de polias, como mostrada na figura, com n polias móveis, a relação entre as intensidades da

força \vec{F} e da força \vec{T} é $F = \frac{T}{2^n}$.

Para que o navio inicie escorregamento, deve-se ter $T > A_{e_{\text{máx}}}$.

Assim, considerando $F = 400 \text{ N}$ e fazendo as devidas substituições, tem-se:

$$F = \frac{A_{e_{\text{máx}}}}{2^n} \Rightarrow 400 > \frac{24000}{2^n} \Rightarrow 2^n = 60$$

Logo, obtém-se que o valor mínimo de n que satisfaz a desigualdade acima é $n = 6$.