

4 – As principais forças da Dinâmica

4.1 – Força Peso

4.2 – Força Normal

4.3 – Força de Tração

4.4 – Força Elástica

4.5 – Força de Atrito

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.1 – Força Peso

É a Força de atração que o campo gravitacional de um astro exerce nos corpos que possuem massa.

Tipo: Campo

Módulo: $P = m \cdot g$

P – Força Peso (Unidade: N – newton)

m – massa do corpo (Unidade: kg – quilograma)

g – aceleração da gravidade (Unidade: m/s^2)

Por meio de diversos experimentos, pôde-se constatar que, ao nível do mar e em um local de latitude 45° , o módulo de g vale:

$$g = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

Direção: Vertical

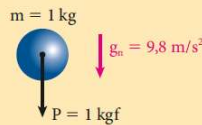
Sentido: Para Baixo

Um quilograma-força é uma unidade de força usada na medição da intensidade de pesos e é definida pela intensidade do peso de um corpo de 1 quilograma de massa, situado em um local onde a gravidade é normal (aceleração da gravidade com módulo $g_n \cong 9,8 \text{ m/s}^2$).

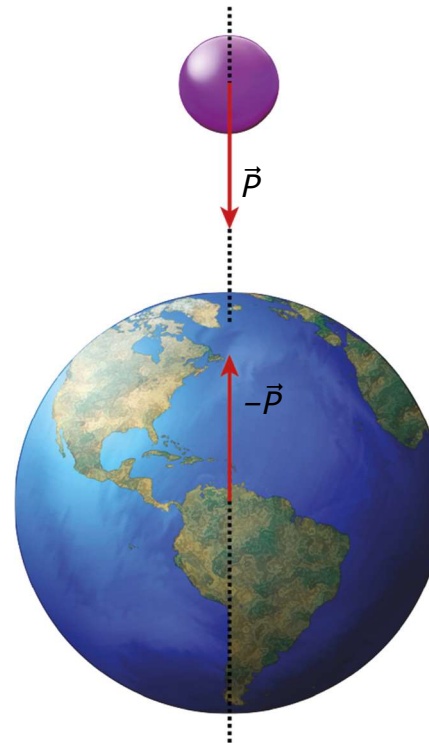
$$P = m g$$

$$1 \text{ kgf} = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ kg m/s}^2$$



Luiz Fernando R. Tuollo



STUDIO CAPARROZ

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.1 – Força Peso

Comparando-se massa e peso

	Massa	Peso
Conceito	Grandeza física associada a um corpo que indica a inércia e a quantidade de matéria que ele possui.	Força que a Terra(ou algum astro) aplica em um corpo próximo a sua superfície.
Natureza da grandeza	Escalar	Vetorial
Unidade (SI)	Kg	N
Aparelho de medição	Balança	Dinamômetro
Depende	Apenas do corpo	Do corpo e do local em que se encontra
Relação	$P = m \cdot g$	

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.1 – Força Peso

<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=por-que-peso-nao-deve-ser-tomado-como-sinonimo-de-forca-gravitacional>



Por que PESO não deve ser tomado como sinônimo de FORÇA GRAVITACIONAL?

10 de agosto, 2014 às 17:54 | Postado em Forças inerciais, Forma da Terra, Gravitação, Mecânica

Prezado colega professor

Gostaria de compartilhar um debate que tive.

Para você, PESO É SINÔNIMO de força gravitacional? Ele varia com o inverso do quadrado da distancia e é diretamente proporcional ao produto das massas ? Tive um debate com um colega e gostaria de poder ouvir o seu ponto de vista.

Respondido por: Prof. Fernando Lang da Silveira - www.if.ufrgs.br/~lang/

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

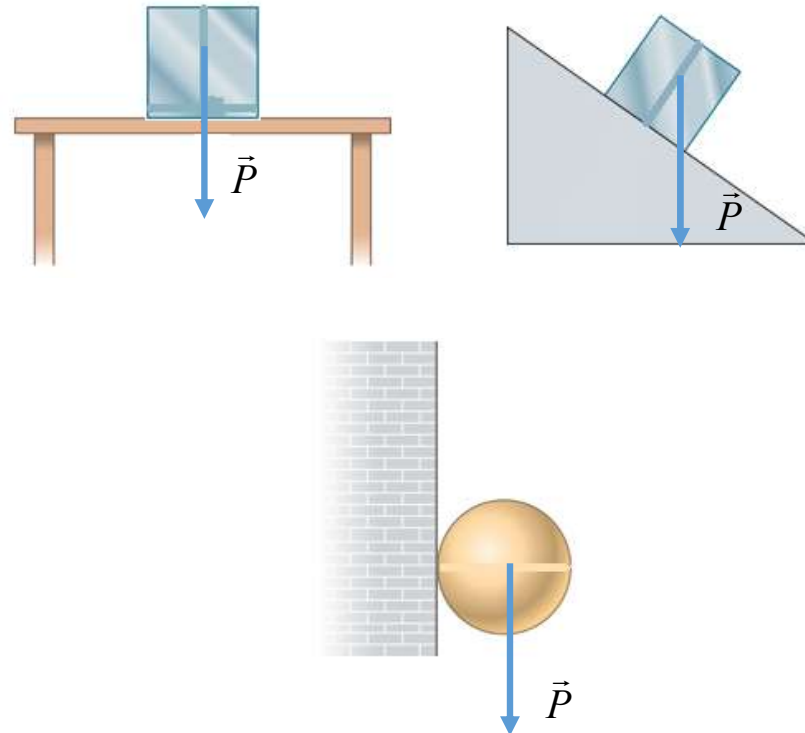
4.1 – Força Peso

Tipo: Campo

Módulo: $P = m \cdot g$

Direção: Vertical

Sentido: Para Baixo



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.2 – Força Normal (Força de reação normal de apoio)

É a Força que a superfície faz quando apoiamos um corpo sobre a mesma

Tipo: Contato

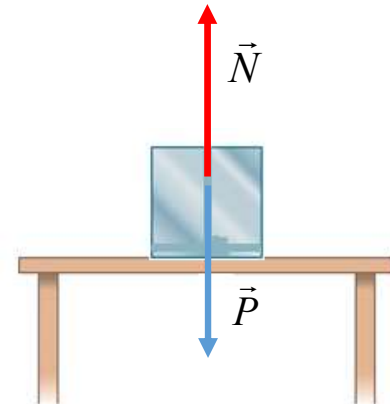
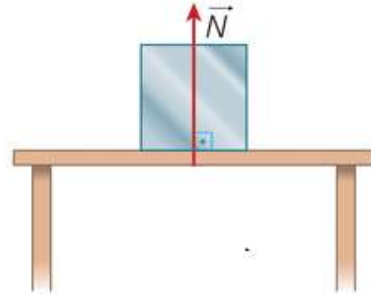
Módulo:

Deve-se aplicar o Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D) e encontrá-lo

$$F_R = m \cdot a$$

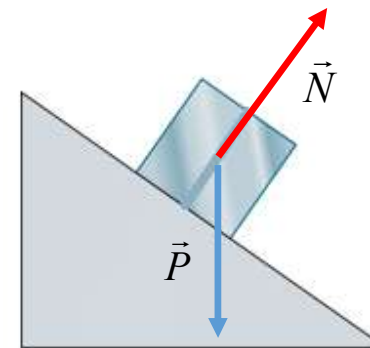
Direção: Perpendicular a superfície (fazendo 90°)

Sentido: Para o interior do corpo que atua.



Deve-se aplicar o Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D) e encontrá-lo

$$F_R = m \cdot a$$



- DINÂMICA VETORIAL

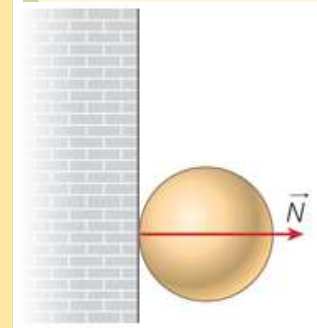
1 - Introdução;

2 - Forças;

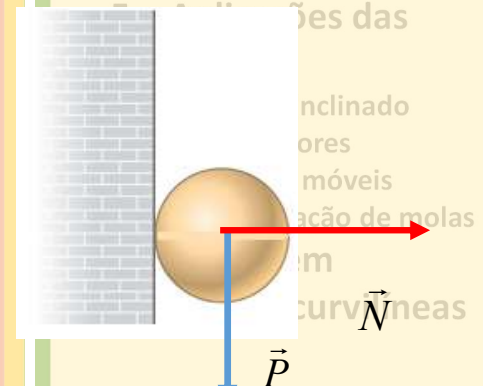
- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico



- > Tração
- > Elástica
- > Atrito



4 – As principais forças da Dinâmica

4.3 – Força de Tração

É a Força produzida em cabos e cordas que impede o rompimento do mesmo.

Tipo: Contato

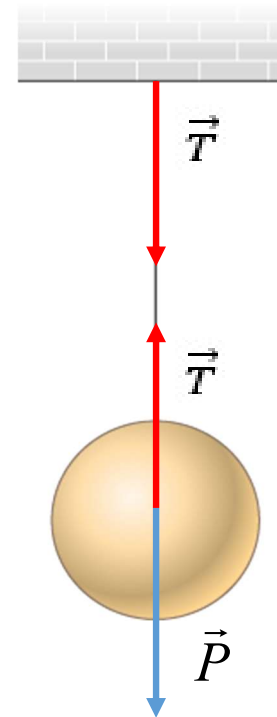
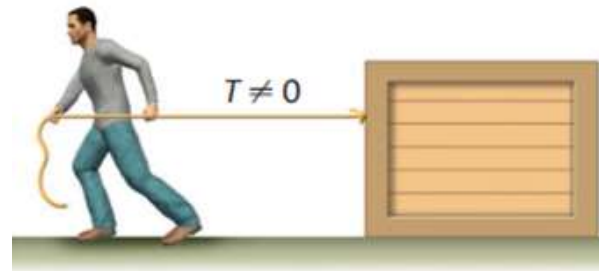
Módulo:

Deve-se aplicar o Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D) e encontrá-lo

$$F_R = m \cdot a$$

Direção: Tangente ao cabo ou corda

Sentido: Variável (de puxar)



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

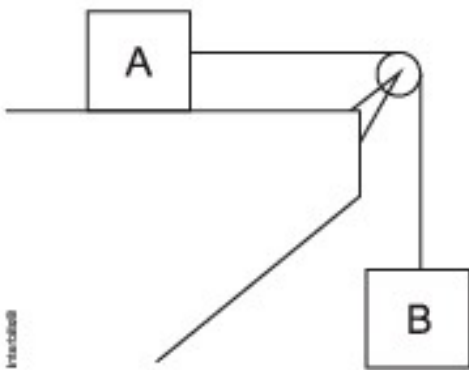
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.3 – Força de Tração

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

Na figura abaixo, o fio inextensível que une os corpos A e B e a polia têm massas desprezíveis. As massas dos corpos são $m_A = 4,0 \text{ kg}$ e $m_B = 6,0 \text{ kg}$. Desprezando-se o atrito entre o corpo A e a superfície, a aceleração do conjunto, em m/s^2 , é de (Considere a aceleração da gravidade $10,0 \text{ m/s}^2$)



- 1º PASSO – Representação das forças
- 2º PASSO – Aplicação do P.F.D

- a) 4,0.
- b) 6,0.
- c) 8,0.
- d) 10,0.
- e) 12,0.

- DINÂMICA VETORIAL
- 1 - Introdução;
- 2 - Forças;
 - > Definição
 - > Tipos
 - > Grandeza Vetorial

Newton;
co
Inércia
PFD
Ação e

principais forças
a;

il
a

es das

inclinado
res
móveis
ção de molas
m

trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.3 – Força de Tração

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

> Definição

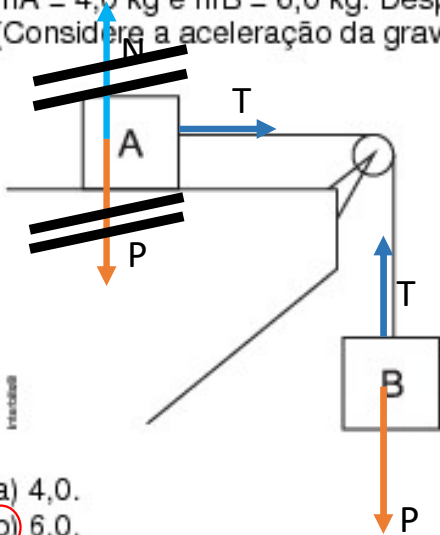
> Tipos

> Grandeza Vetorial

1º PASSO – Representação das forças

2º PASSO – Aplicação do P.F.D

Na figura abaixo, o fio inextensível que une os corpos A e B e a polia têm massas desprezíveis. As massas dos corpos são $m_A = 4,0 \text{ kg}$ e $m_B = 6,0 \text{ kg}$. Desprezando-se o atrito entre o corpo A e a superfície, a aceleração do conjunto, em m/s^2 , é de (Considere a aceleração da gravidade $10,0 \text{ m/s}^2$)



- a) 4,0.
- b) 6,0.**
- c) 8,0.
- d) 10,0.
- e) 12,0.

PELO MÉTODO DA
SUBSTITUIÇÃO

$$P_B = m \cdot g = 6 \cdot 10 = 60 \text{ N}$$

corpo – A

$$F_R = m_A \cdot a$$

$$T = 4 \cdot a$$

corpo – B

$$F_R = m_B \cdot a$$

$$P_B - T = 6 \cdot a$$

$$60 - T = 6a$$

$$60 - (4a) = 6a$$

$$60 - 4a = 6a$$

$$60 = 10a \implies a = 6 \text{ m/s}^2$$

$$P_B = m \cdot g = 6 \cdot 10 = 60 \text{ N}$$

corpo – A

$$F_R = m_A \cdot a$$

$$T = 4 \cdot a$$

corpo – B

$$F_R = m_B \cdot a$$

$$P_B - T = 6 \cdot a$$

$$60 - T = 6a$$

$$\begin{cases} T = 4 \cdot a \\ 60 - T = 6a \end{cases}$$

$$60 = 10a$$

$$a = 6 \text{ m/s}^2$$

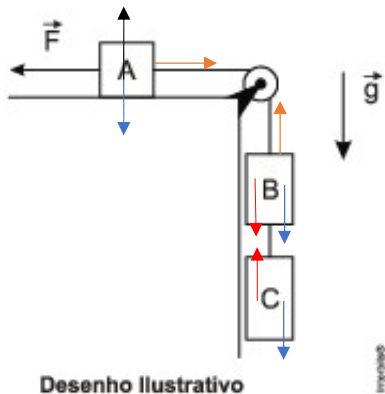
PELO MÉTODO DA
ADIÇÃO

4 – As principais forças da Dinâmica

4.3 – Força de Tração

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

Três blocos A, B e C de massas 4 kg, 6 kg e 8 kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade g vale 10 m/s^2 .



1º PASSO – Representação das forças
2º PASSO – Aplicação do P.F.D

Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal \vec{F} que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de 2 m/s^2 , é de:

- a) 100 N
- b) 112 N
- c) 124 N
- d) 140 N
- e) 176 N**

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

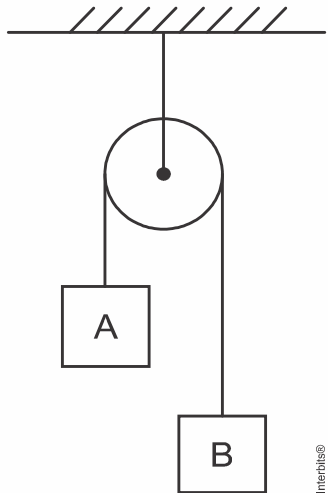
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.3 – Força de Tração

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA - EXERCÍCIOS

(IFPE 2019) Considere a máquina de Atwood a seguir, onde a polia e o fio são ideais e não há qualquer atrito. Considerando que as massas de **A** e **B** são, respectivamente, $2M$ e $3M$ e desprezando a resistência do ar, qual a aceleração do sistema? (Use $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- a) 2 m/s^2
- b) 3 m/s^2
- c) 5 m/s^2
- d) 10 m/s^2
- e) 20 m/s^2

1º PASSO – Representação das forças
2º PASSO – Aplicação do P.F.D

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

Os corpos materiais, quando submetidos à ação de forças, são suscetíveis de deformações. Uma mola, por exemplo, que esteja fixa por uma de suas extremidades, poderá sofrer uma distensão ou uma compressão, conforme o sentido da força que lhe aplique na outra extremidade.

Se a intensidade da força for tal que, quando a força for removida a mola tome a forma original, vale a relação

$$F_{EL} = K \cdot x$$

onde x representa de quanto à mola se deformou (distendeu ou comprimiu).

O fator de proporcionalidade K , que é uma característica de cada mola, é chamado de “constante elástica da mola”.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

É a Força que as molas fazem para retornar a sua posição de equilíbrio.

Tipo: Contato

Módulo: Lei de Hooke

$$F_{EL} = K \cdot x$$

F_{EL} – Força elástica (Unidade: **N** – newton)

K – é a constante elástica da mola (Unidade: **N/m** – newton por metro)

(cada mola terá a sua e isso varia de acordo com a espessura, com o material)

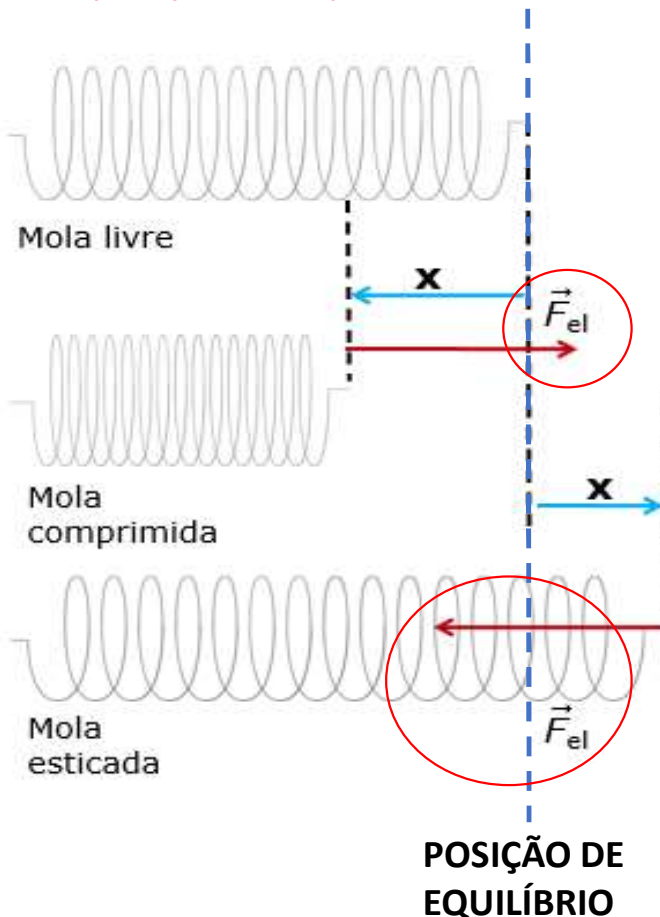
x – é a elongação ou deformação da mola

(Unidade: **m** – metro)

Direção: Tangente a mola

Sentido: Sempre apontada para a posição de equilíbrio

($x = 0$)



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

A dependência entre a força aplicada e a deformação foi descoberta por Robert Hooke, não confundir com o Hulk (o incrível), em 1676, e é conhecida como “Lei de Hooke”.

Validade da Lei de Hooke

A lei de Hooke só é válida para forças menores que um valor limite, que depende da elasticidade da mola. Após este limite (ponto P na Figura 1), as deformações são irreversíveis, ou seja, quando a força é retirada, a mola não recupera sua forma original, ficando definitivamente deformada.

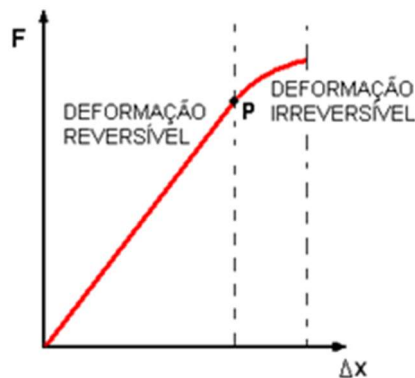


Figura 1. Gráfico da força em função da elongação de uma mola típica. O ponto P marca o limite da validade da lei de Hooke; após este ponto as deformações são irreversíveis.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

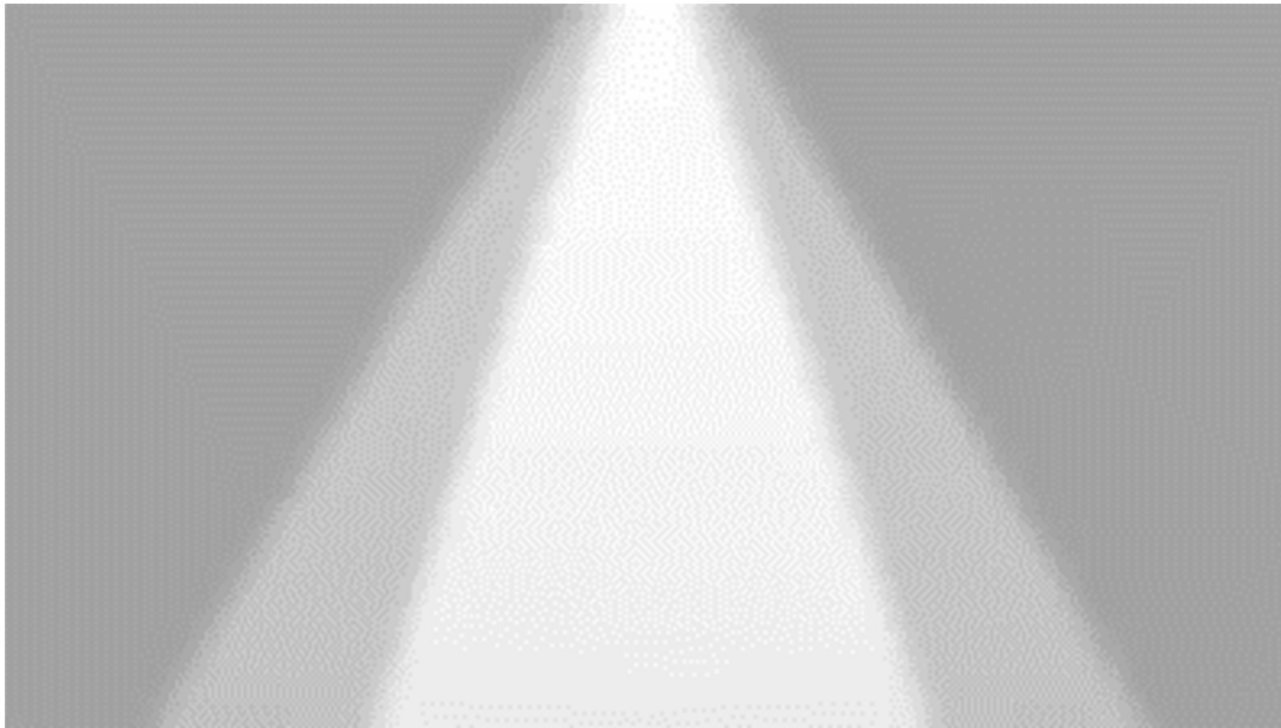
- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

É a Força que as molas fazem para retornar a sua posição de equilíbrio.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

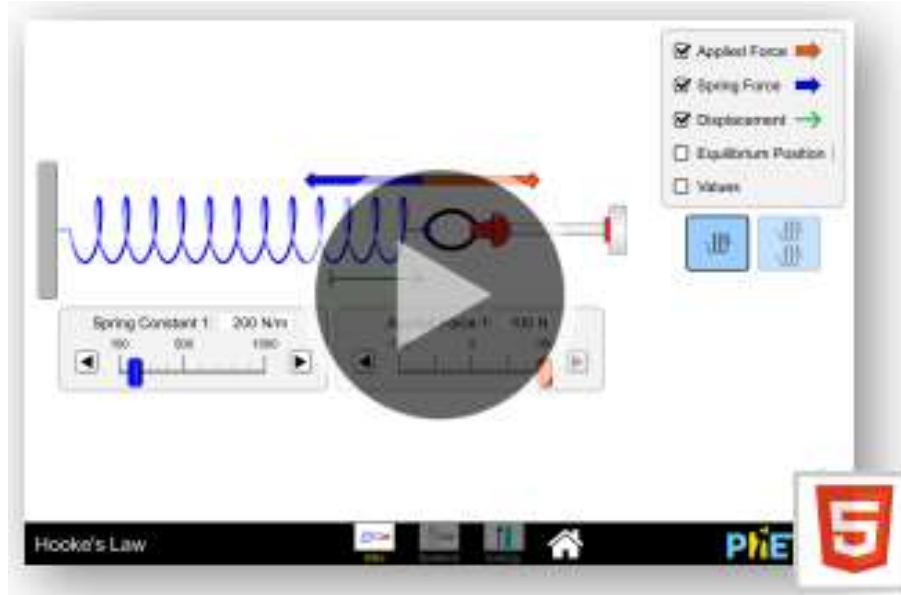
- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

É a Força que as molas fazem para retornar a sua posição de equilíbrio.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força elástica)

A tabela apresenta a força elástica e a deformação de 3 molas diferentes.

Mola	Força elástica (N)	Deformação (m)
1	400	0,50
2	300	0,30
3	600	0,80

Calcule as constantes elásticas destas 3 molas, e indique a mola que possui maior constante.

Da lei de Hooke:

$$F = K x \Rightarrow K = \frac{F}{x} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{400}{0,5} \Rightarrow K_1 = 800 \text{ N/m} \\ K_2 = \frac{300}{0,3} \Rightarrow K_2 = 1.000 \text{ N/m} \\ K_3 = \frac{600}{0,8} \Rightarrow K_3 = 750 \text{ N/m} \end{array} \right. \Rightarrow \boxed{K_2 > K_1 > K_3}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em

trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força elástica)

Uma mola está suspensa verticalmente próxima à superfície terrestre, onde a aceleração da gravidade pode ser adotada como 10 m/s^2 . Na extremidade livre da mola é colocada uma cestinha de massa desprezível, que será preenchida com bolinhas de gude, de 15 g cada. Ao acrescentar bolinhas à cesta, verifica-se que a mola sofre uma elongação proporcional ao peso aplicado. Sabendo-se que a mola tem uma constante elástica $k = 9,0 \text{ N/m}$, quantas bolinhas é preciso acrescentar à cesta para que a mola estique exatamente 5 cm?

Pela lei de Hooke:

$$F = kx = 9 \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$

$$F = 0,45 \text{ N}$$

Logo, deverão ser colocadas:

$$N = \frac{0,45}{15 \cdot 10^{-2}}$$

$$\therefore N = 3 \text{ bolinhas}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

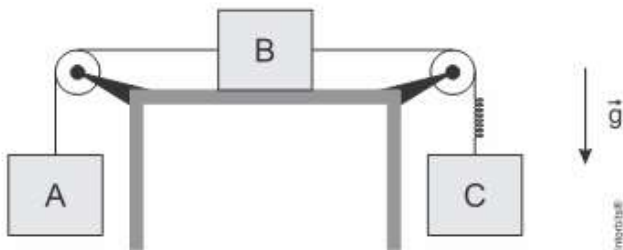
4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força elástica)

1. (G1 - ifba 2018) Na montagem experimental abaixo, os blocos A, B e C têm massas $m_A = 2,0 \text{ kg}$, $m_B = 3,0 \text{ kg}$ e $m_C = 5,0 \text{ kg}$. Desprezam-se os atritos e a resistência do ar. Os fios e as polias são ideais e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

REPRESENTAÇÃO:



No fio que liga o bloco B com o bloco C, está intercalada uma mola leve de constante elástica $3,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}$. Com o sistema em movimento, a deformação da mola é?

- a) 2,0 cm
- b) 1,0 cm
- c) 1,5 cm
- d) 2,8 cm
- e) 4,2 cm

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

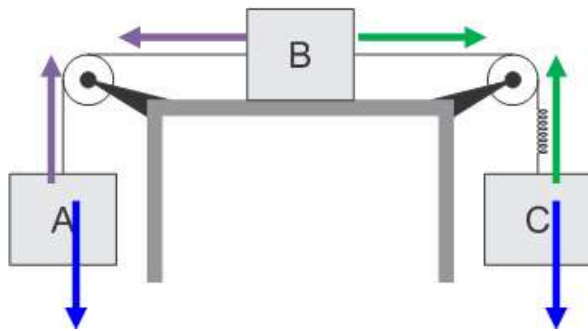
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.4 – Força Elástica

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força elástica)

REPRESENTAÇÃO:



APLICAÇÃO DO P.F.D

A

$$F_R = m.a$$

$$T_1 - P_A = 2.a$$

$$T_1 - 20 = 2.a$$

$$T_1 = 2a + 20$$

B

$$F_R = m.a$$

$$T_2 - T_1 = 3a$$

$$T_2 - (2a + 20) = 3a$$

$$T_2 - 2a - 20 = 3a$$

$$T_2 = 5a + 20$$

C

$$F_R = m.a$$

$$P_C - T_2 = 5a$$

$$50 - (5a + 20) = 5a$$

$$50 - 5a - 20 = 5a$$

$$30 = 10a$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$T_2 = 5.3 + 20 = 15 + 20 = 35 \text{ N}$$

$$F_{el} = K.x$$

$$35 = 3,5.10^3.x$$

$$X = 10.10^{-3} = 10^{-2} \text{ m} = 0,01 \text{ m ou } 1 \text{ cm}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

É a Força que a superfície faz contrário ao escorregamento

Tipo: Contato

Módulo:

Corpo em Repouso

Corpo em Movimento



Módulo variável

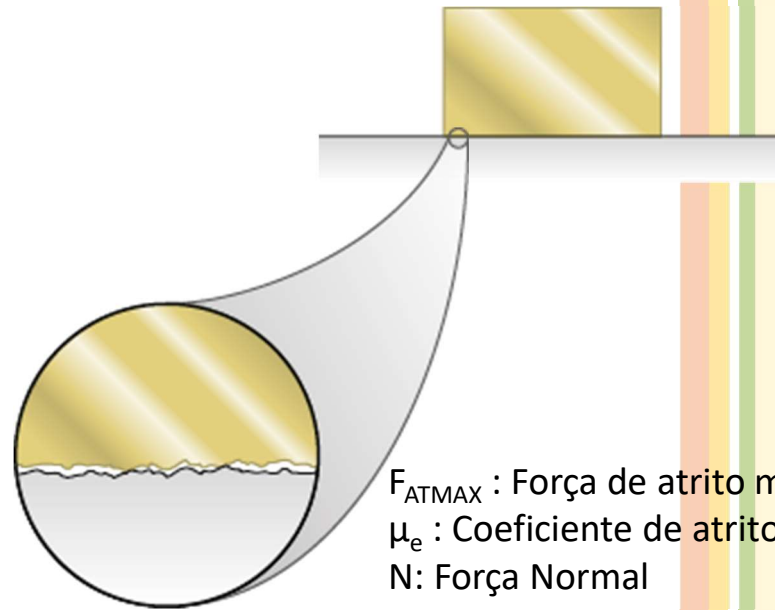
Módulo fixo

$$F_{AT_{MAX}} = \mu_e \cdot N$$

$$F_{AT_D} = \mu_d \cdot N$$

Direção: Tangente a superfície

Sentido: Contrário ao escorregamento



$F_{AT_{MAX}}$: Força de atrito máximo (N – Newton)

μ_e : Coeficiente de atrito estático

N: Força Normal

F_{AT_D} : Força de atrito dinâmico (N – Newton)

μ_d : Coeficiente de atrito dinâmico

N: Força Normal

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas
- > Forças em trajetórias curvilíneas

ADILSON BECCO

4 – As principais forças da Dinâmica

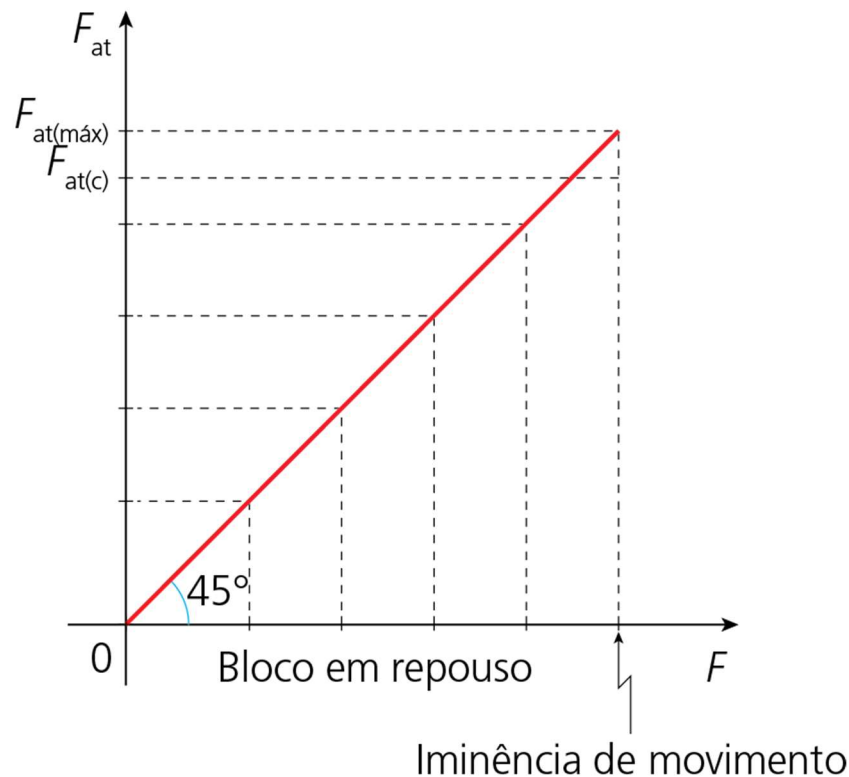
4.5 – Força de Atrito

Graficamente:

Note que a força de atrito estático tem valor variável, que depende do valor da força F , chamada força solicitadora.

$$0 \leq F_{\text{at}(e)} \leq \mu_e \cdot N$$

μ_e é o coeficiente de atrito estático



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

Graficamente:

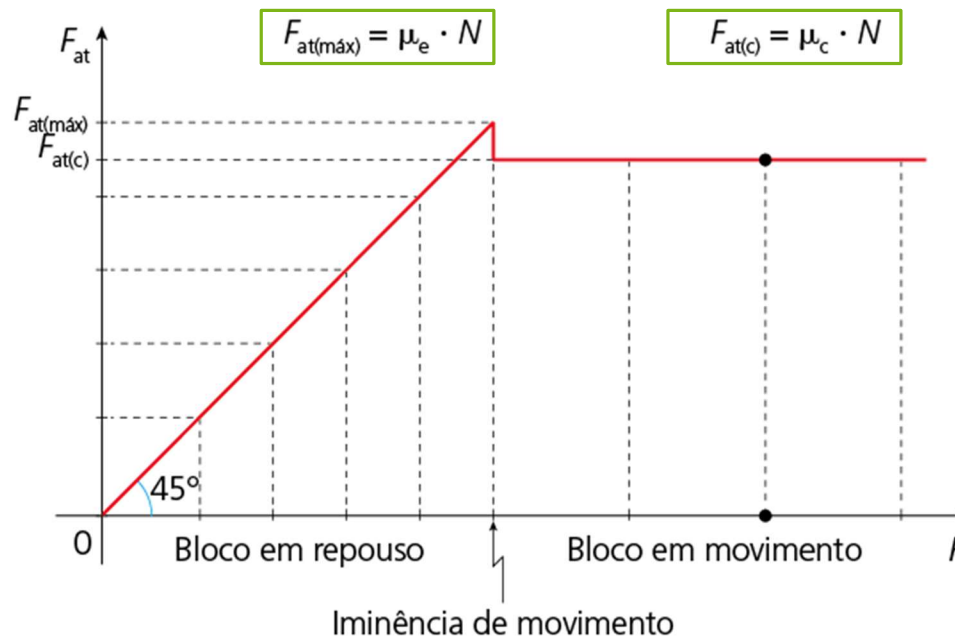
A partir do instante em que o bloco começa a se movimentar, a força de atrito diminui ligeiramente e torna-se constante, independentemente do valor da força sollicitadora. A força de atrito é agora denominada **força de atrito cinético** ou **força de atrito dinâmico**.

$$0 \leq F_{at(e)} \leq \mu_e \cdot N$$

μ_e é o coeficiente de atrito estático

$$F_{at(c)} = \mu_c \cdot N$$

μ_c é o coeficiente de atrito cinético ou dinâmico.



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

A diferença entre MOVIMENTO E ESCORREGAMENTO

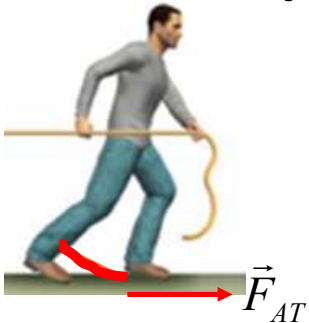
Corpos sem articulações



Escorregamento: Direita
Movimento: Direita

Neste caso, como o movimento coincide com o escorregamento, podemos dizer que o atrito é contrário ao escorregamento e também contrário ao movimento.

Corpos com articulações (exemplo ser humano caminhando)



Escorregamento: Esquerda
Movimento: Direita

Neste caso, como o movimento é contrário ao escorregamento, então podemos dizer que o atrito é contrário ao escorregamento, MAS FAVORÁVEL ao movimento.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

A relação entre a força de atrito e a área de contato

Os experimentos revelam que: As forças de atrito estático (máximo) e cinético são praticamente independentes da área de contato entre as superfícies atritantes.

$$F_{AT_1} = F_{AT_2}$$

Foi o artista e inventor italiano Leonardo da Vinci (1452-1519) quem primeiro apresentou a formulação das leis do atrito. Quase dois séculos antes de Isaac Newton propor formalmente o conceito de força, ele já dizia: “O atrito exige o dobro do esforço se o peso for dobrado”. E também: “O atrito provocado pelo mesmo peso determinará a mesma resistência no início do movimento, embora áreas ou comprimentos de contato sejam diferentes”.

Alguns séculos depois, o cientista francês Charles Augustin Coulomb (1736-1806) realizou muitos experimentos sobre atrito e estabeleceu a diferença entre atrito estático e atrito cinético.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

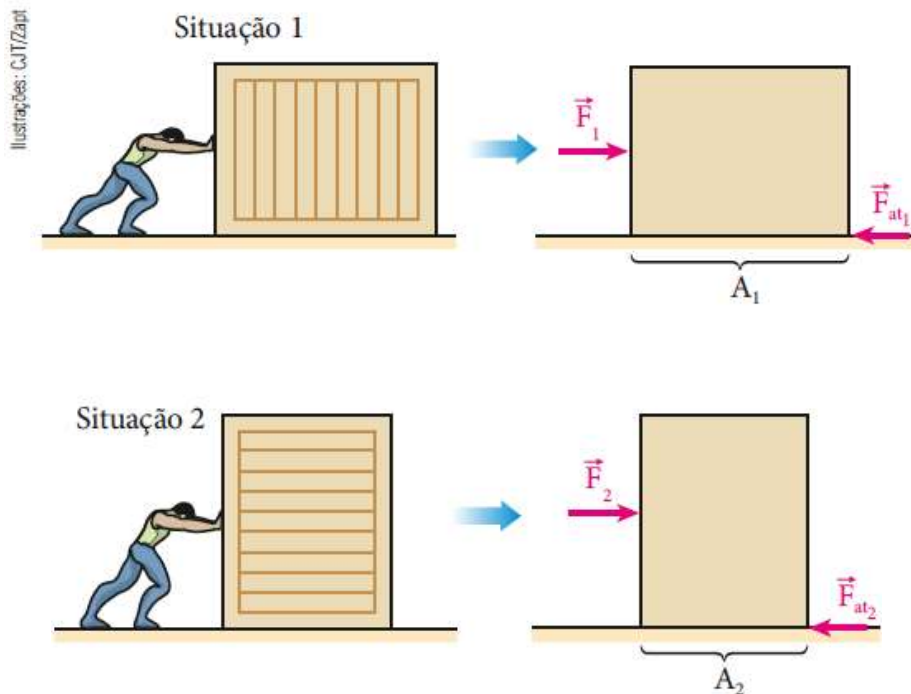
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

A relação entre a força de atrito e a área de contato

Os experimentos revelam que: As forças de atrito estático (máximo) e cinético são praticamente independentes da área de contato entre as superfícies atritantes.



$$F_{AT_1} = F_{AT_2}$$

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM 2013) - NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES (CONTEXTUALIZADA COM FORÇA DE ATRITO)

Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

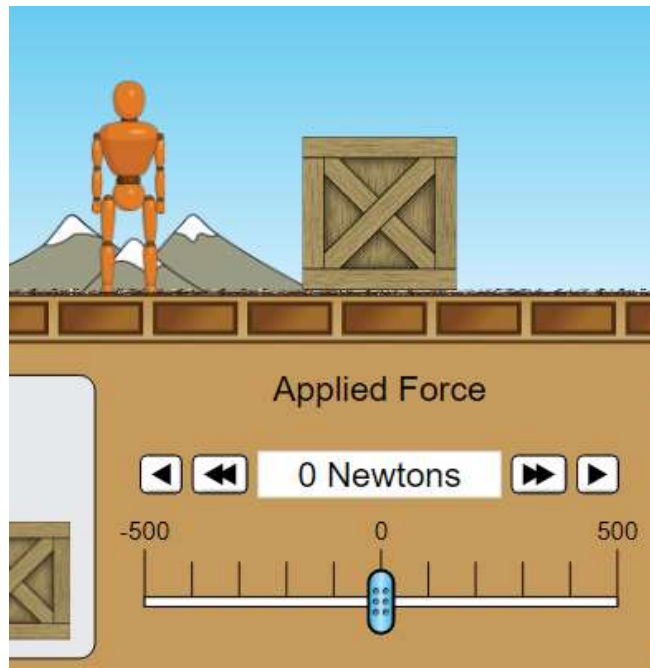
- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

É a Força que a superfície faz contrário ao escorregamento



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

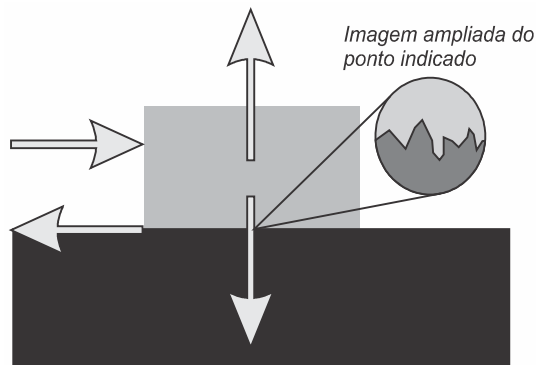
4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

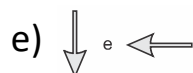
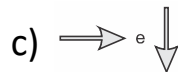
AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM PPL 2011) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES.

A força de atrito é uma força que depende do contato entre corpos. Pode ser definida como uma força de oposição à tendência de deslocamento dos corpos e é gerada devido a irregularidades entre duas superfícies em contato. Na figura, as setas representam forças que atuam no corpo e o ponto ampliado representa as irregularidades que existem entre as duas superfícies.



Na figura, os vetores que representam as forças que provocam o deslocamento e o atrito são, respectivamente:



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

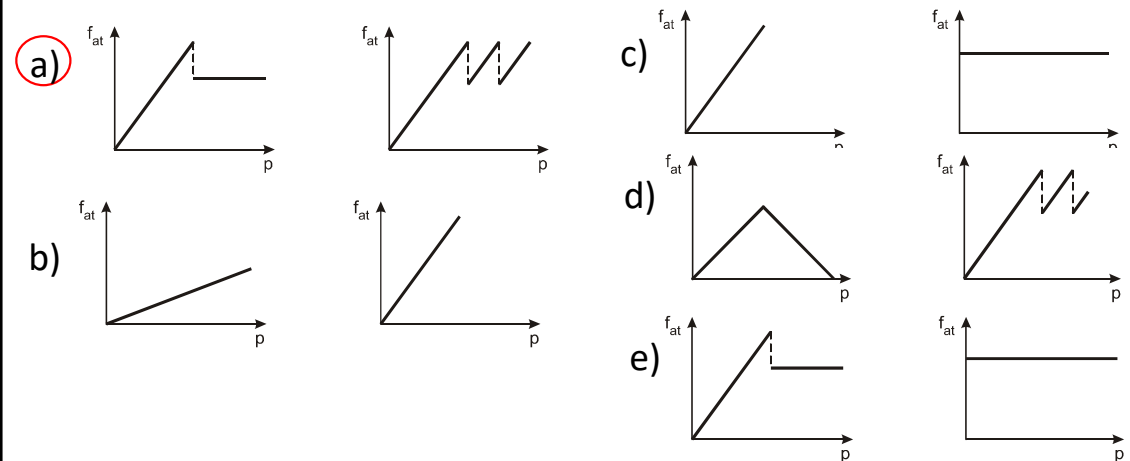
4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM 2012) - NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITO SIMPLES COM ANÁLISE DE GRÁFICO DA FORÇA DE ATRITO.

Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.

As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM PPL 2012) - NÍVEL: FÁCIL - APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES.

O freio ABS é um sistema que evita que as rodas de um automóvel sejam bloqueadas durante uma frenagem forte e entrem em derrapagem. Testes demonstram que, a partir de uma dada velocidade, a distância de frenagem será menor se for evitado o bloqueio das rodas.

O ganho na eficiência da frenagem na ausência de bloqueio das rodas resulta do fato de

a) o coeficiente de atrito estático tornar-se igual ao dinâmico momentos antes da derrapagem.

b) o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.

c) o coeficiente de atrito estático ser menor que o dinâmico, independentemente da superfície de contato entre os pneus e o pavimento.

d) a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas, independentemente do coeficiente de atrito.

e) a superfície de contato entre os pneus e o pavimento ser maior com as rodas desbloqueadas e o coeficiente de atrito estático ser maior que o dinâmico.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM (LIBRAS) 2017) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES.

Em dias de chuva ocorrem muitos acidentes no trânsito, e uma das causas é a aquaplanagem, ou seja, a perda de contato do veículo com o solo pela existência de uma camada de água entre o pneu e o solo, deixando o veículo incontrolável.

Nesta situação, a perda do controle do carro está relacionada com redução de qual força?

- a) Atrito.
- b) Tração.
- c) Normal.
- d) Centrípeta.
- e) Gravitacional.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM PPL 2018) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES.

Um carrinho de brinquedo funciona por fricção. Ao ser forçado a girar suas rodas para trás, contra uma superfície rugosa, uma mola acumula energia potencial elástica. Ao soltar o brinquedo, ele se movimenta sozinho para frente e sem deslizar.

Quando o carrinho se movimenta sozinho, sem deslizar, a energia potencial elástica é convertida em energia cinética pela ação da força de atrito

a) dinâmico na roda, devido ao eixo.

b) estático na roda, devido à superfície rugosa.

c) estático na superfície rugosa, devido à roda.

d) dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.

e) dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

(ENEM PPL 2019) – NÍVEL: FÁCIL – APLICAÇÃO DE CONCEITOS SIMPLES.

O *curling* é um dos esportes de inverno mais antigos e tradicionais. No jogo, dois times com quatro pessoas têm de deslizar pedras de granito sobre uma área marcada de gelo e tentar colocá-las o mais próximo possível do centro. A pista de *curling* é feita para ser o mais nivelada possível, para não interferir no decorrer do jogo. Após o lançamento, membros da equipe varrem (com vassouras especiais) o gelo imediatamente à frente da pedra, porém sem tocá-la. Isso é fundamental para o decorrer da partida, pois influi diretamente na distância percorrida e na direção do movimento da pedra. Em um lançamento retilíneo, sem a interferência dos varredores, verifica-se que o módulo da desaceleração da pedra é superior se comparado à desaceleração da mesma pedra lançada com a ação dos varredores.



Foto: Arnd Wiegmann/Reuters

Disponível em: <http://cbdg.org.br>. Acesso em: 29 mar. 2016 (adaptado).

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)



Foto: Arnd Wiegmann/Reuters

Disponível em: <http://cbdg.org.br>. Acesso em: 29 mar. 2016 (adaptado).

A menor desaceleração da pedra de granito ocorre porque a ação dos varredores diminui o módulo da

- a) força motriz sobre a pedra.
- b) força de atrito cinético sobre a pedra.**
- c) força peso paralela ao movimento da pedra.
- d) força de arrasto do ar que atua sobre a pedra.
- e) força de reação normal que a superfície exerce sobre a pedra.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > **Atrito**

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

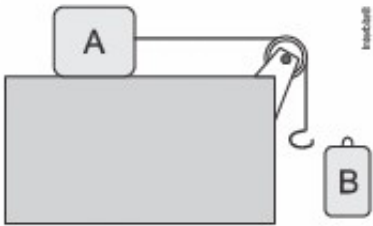
6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

4.5 – Força de Atrito

AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA – EXERCÍCIOS (Força de atrito)

Um bloco A de massa 3,0 kg está apoiado sobre uma mesa plana horizontal e preso a uma corda ideal. A corda passa por uma polia ideal e na sua extremidade final existe um gancho de massa desprezível, conforme mostra o desenho. Uma pessoa pendura, suavemente, um bloco B de massa 1,0 kg no gancho. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco A e a mesa são, respectivamente, $\mu_e = 0,50$ e $\mu_c = 0,20$. Determine a força de atrito que a mesa exerce sobre o bloco A. Adote $g = 10\text{ m/s}^2$.



1º PASSO – Representação das forças

2º PASSO – Aplicação do P.F.D

- a) 15 N.
- b) 6,0 N.
- c) 30 N.
- d) 10 N.
- e) 12 N.

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei – Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas

4 – As principais forças da Dinâmica

PARÓDIA – LEIS DE NEWTON E PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA

As leis de Newton são bem simples de aprender
O cara não tava de bobeira
São as bases da Dinâmica,
as causas do movimento
que ela busca entender.

A primeira lei se chama Inércia
explica a tendência

A Segunda lei está em todo canto
Faça mais amor portanto

Ação e reação é a terceira lei
Mesmo módulo e mesma direção
Só troca o sentido isso tudo é muito lindo
Então cante comigo

REFRÃO:

Inércia
Inércia
Inércia
A primeira é a Inércia.

PFD

PFD

PFD

Não pode esquecer

Ação

Reação

Só o sentido

Vai ser invertido.

Se tem massa tem peso
Em superfície tem Normal
Nos cabos surge a Tração
Nas molas força elástica
E nunca esqueça não
O Atrito é contrário ao escorregão

REFRÃO:

Desenha
Representa
Aplica
Acha aceleração

5 – As aplicações práticas das Forças na Dinâmica

A) FORÇA PESO → PLANO INCLINADO

B) FORÇA NORMAL → BALANÇA EM ELEVADORES

C) FORÇA DE TRAÇÃO → POLIAS FIXAS E MÓVEIS

D) FORÇA ELÁSTICA → ASSOCIAÇÃO DE MOLAS

- DINÂMICA VETORIAL

1 - Introdução;

2 - Forças;

- > Definição
- > Tipos
- > Grandeza Vetorial

3 - Leis de Newton;

- > Histórico
- > 1ª Lei - Inércia
- > 2ª Lei - PFD
- > 3ª Lei - Ação e Reação

4 - As principais forças da Dinâmica;

- > Peso
- > Normal
- > Tração
- > Elástica
- > Atrito

5 – Aplicações das forças

- > Plano Inclinado
- > Elevadores
- > Polias móveis
- > Associação de molas

6 – Forças em trajetórias curvilíneas