

## **FÍSICA**

### **FRENTE 1 MÓDULO 49**

#### **3ª LEI DE NEWTON: AÇÃO E REAÇÃO**

- 1) De acordo com a 3ª Lei de Newton (lei da ação e reação) o carro age na parede (deformando a parede) e a parede reage sobre o carro com uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto, que é responsável pela deformação do carro.

Estas forças de ação e reação não podem se equilibrar porque não estão aplicadas no mesmo corpo: ação na parede e reação no carro.

Resposta: C

- 2) De acordo com a 3ª Lei de Newton, as forças de ação e reação  $\vec{F}_{12}$  e  $\vec{F}_{21}$  têm módulos iguais, mesma direção e sentidos opostos.

Resposta: C

- 3) Ação e reação nunca estão aplicadas ao mesmo corpo e nunca se equilibram.

Resposta: D

- 4) É a lei da ação e reação (3ª Lei de Newton).

Resposta: B

### **MÓDULO 50**

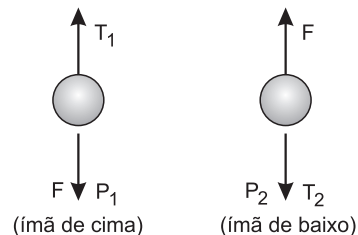
#### **APLICAÇÕES DA 3ª LEI DE NEWTON**

- 1) A força que o bloco exerce sobre a Terra é a reação de seu peso e, portanto:

$$F = P = mg = 5,0 \cdot 9,8 \text{ (N)} = 49,0\text{N}$$

Resposta: A

- 2) Os ímãs se atraem mutuamente de acordo com a 3ª Lei de Newton:



Para o equilíbrio:

$$T_1 = F + P_1 \quad (1)$$

$$F = P_2 + T_2$$

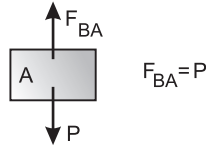
$$T_2 = F - P_2 \quad (2)$$

Comparando-se (1) e (2), tem-se:

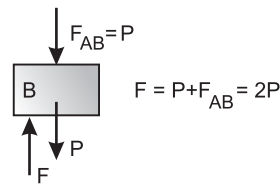
$$T_1 > T_2$$

Resposta: C

- 3) 1) No ímã superior:



- 2) No ímã inferior:



Resposta: C

### **MÓDULO 51 EXERCÍCIOS**

- 1) (1) PFD (caixa com ovos):

$$f = ma$$

$$10 = 10 \cdot a \Rightarrow a = 1,0\text{m/s}^2$$

- (2) PFD (sistema das duas caixas):

$$F = (M + m) a$$

$$F_{\text{máx}} = (40 + 10) \cdot 1,0 \text{ (N)}$$

$$F_{\text{máx}} = 50\text{N}$$

Resposta: E

- 2) (1) Cálculo da aceleração do sistema (A + B):

$$F = (M + M_B) a$$

$$a = \frac{F}{M + M_B}$$

- (2) PFD (B):

$$\frac{F}{3} = M_B a$$

$$\frac{F}{3} = M_B \cdot \frac{F}{M + M_B}$$

$$3M_B = M + M_B$$

$$2M_B = M$$

$$M_B = \frac{M}{2}$$

Resposta: B

- 3) a) Não. O sentido da força resultante é o sentido da aceleração vetorial; o sentido do movimento (velocidade) não está determinado; o bloco pode estar movendo-se para a esquerda com movimento retardado.

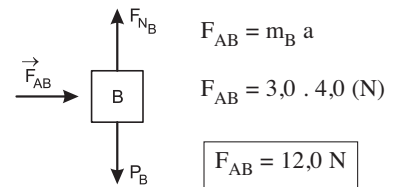
- b) PFD (A+B):  $F = (m_A + m_B) a$

$$60,0 = 15,0 a \Rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$$

- c)  $R_A = m_A a = 12,0 \cdot 4,0 \text{ (N)}$

$$R_A = 48,0 \text{ N}$$

- d) PFD (B):



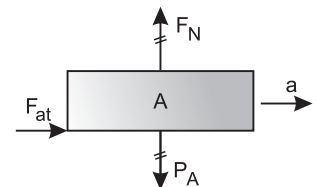
Respostas: a) Não b) 4,0m/s<sup>2</sup>  
c) 48,0N d) 12,0N

- 4) 1) Aplicando a 2ª Lei de Newton ao sistema (A + B), temos:

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

$$F = 5m a \Rightarrow a = \frac{F}{5m}$$

- 2) Aplicando a 2ª Lei de Newton ao bloco A, temos:



$$F_{\text{at}} = m_A a$$

$$F_{\text{at}} = m \cdot \frac{F}{5m} \Rightarrow F_{\text{at}} = \frac{F}{5}$$

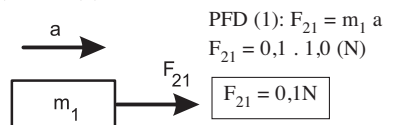
Resposta: B

- 5) 1) PFD (1 + 2 + 3):

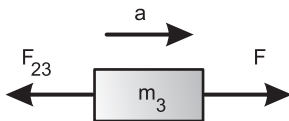
$$F = (m_1 + m_2 + m_3) a$$

$$0,6 = 0,6a \Rightarrow a = 1,0\text{m/s}^2$$

- 2) PFD (1):



3) PFD (3):



$$\text{PFD (3): } F - F_{23} = m_3 a$$

$$0,6 - F_{23} = 0,3 \cdot 1,0$$

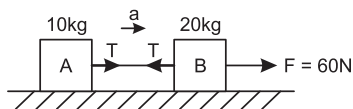
$$0,6 - 0,3 = F_{23}$$

$$F_{23} = 0,3\text{N}$$

Resposta: C

## MÓDULO 52 EXERCÍCIOS

1)



$$(1) \text{ PFD (A + B): } F = (m_A + m_B) a$$

$$60 = 30a \Rightarrow a = 2,0\text{m/s}^2$$

$$(2) \text{ PFD (A): } T = m_A a$$

$$T = 10 \cdot 2,0 \text{ (N)} \Rightarrow T = 20\text{N}$$

Resposta: E

2) A aceleração do sistema terá módulo **a** dado por:

$$F = 3 m a \Rightarrow a = \frac{F}{3m}$$

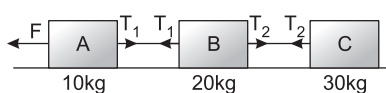
A força resultante, em cada bloco, será dada por:

$$F_R = m a = m \frac{F}{3m}$$

$$F_R = \frac{F}{3}$$

Resposta: B

3)



$$1) \text{ PFD (A + B + C):}$$

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

$$60 = (10 + 20 + 30) a$$

$$a = 1,0\text{m/s}^2$$

$$2) \text{ PFD (C): } T_2 = m_C a$$

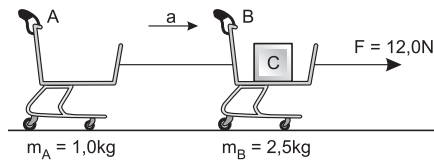
$$T_2 = 30 \cdot 1,0 \text{ (N)} \Rightarrow T_2 = 30\text{N}$$

$$3) \text{ PFD (B + C): } T_1 = (m_B + m_C) a$$

$$T_1 = 50 \cdot 1,0 \text{ (N)} \Rightarrow T_1 = 50\text{N}$$

Resposta: D

4)



$$1) \text{ PFD (A + B + C):}$$

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

$$12,0 = (1,0 + 2,5 + 0,5) a$$

$$a = 3,0\text{m/s}^2$$

$$2) \text{ PFD (C):}$$

$$F_{BC} = m_C a$$

$$F_{BC} = 0,5 \cdot 3,0 \text{ (N)}$$

$$F_{BC} = 1,5\text{N}$$

Resposta: B

## MÓDULO 53 EXERCÍCIOS

1) (1) FALSA.

As forças resultantes terão apenas módulos iguais.

(2) CORRETA.

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

$$mg = 2m a \Rightarrow a = \frac{g}{2} = 5,0\text{m/s}^2$$

(3) FALSA.

$$T = m_A a$$

$$T = 2,0 \cdot 5,0 \text{ (N)} \Rightarrow T = 10,0\text{N}$$

(4) CORRETA.

$$V^2 = V_0^2 + 2\gamma \Delta s$$

$$V^2 = 0 + 2 \cdot 5,0 \cdot 10,0$$

$$V = 10,0\text{m/s}$$

Resposta: B

2) a) Isolando-se o bloco A

$$a$$

$$N_A$$

$$T$$

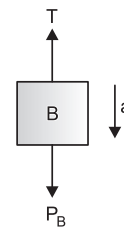
$$P_A$$

$$T = m_A a$$

$$10,0 = m_A \cdot 2,0$$

$$m_A = 5,0\text{kg}$$

b) Isolando-se o bloco B:



$$P_B - T = m_B a$$

$$m_B g - T = m_B a$$

$$m_B g - m_B a = T$$

$$m_B (g - a) = T$$

$$m_B = \frac{T}{g - a} = \frac{10,0}{8,0} \text{ (kg)}$$

$$m_B = 1,25\text{kg}$$

Respostas: a) 5,0kg b) 1,25kg

$$3) \text{ PFD (1 + 2): } P_2 = (m_1 + m_2) a$$

$$m_2 g = (m_1 + m_2) a$$

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

Resposta: C

4) O sistema formado pelos blocos B e C é acelerado pelo peso do bloco pendente (bloco C):

$$\text{PFD (B + C): } P_c = (m_B + m_C) a$$

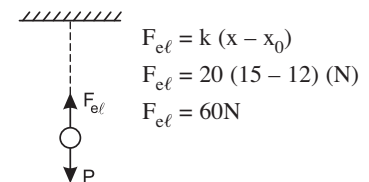
$$10,0 = 5,0a$$

$$A = 2,0\text{m/s}^2$$

Resposta: D

## MÓDULO 54 EXERCÍCIOS

1)



$$F_{el} = k (x - x_0)$$

$$F_{el} = 20 (15 - 12) \text{ (N)}$$

$$F_{el} = 60\text{N}$$

No equilíbrio:

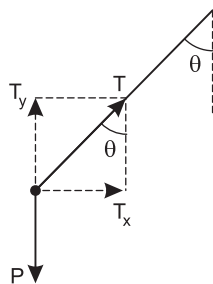
$$P = F_{el} = 60\text{N}$$

Resposta: 60N

2) O dinamômetro indica a intensidade da força aplicada em cada uma das extremidades.

Resposta:  $F_I = F_{II} = F_{III} = F_{IV} = 10\text{N}$

3)



1)  $T_y = P = mg$

2)  $T_x = ma$

3)  $\tan \theta = \frac{T_x}{T_y} = \frac{ma}{mg}$

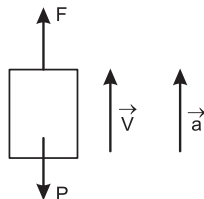
$$a = g \tan \theta = 10 \cdot \frac{0,60}{0,80} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a = 7,5 \text{ m/s}^2$$

Resposta: C

### MÓDULO 55 PROBLEMA DO ELEVADOR

1) a)

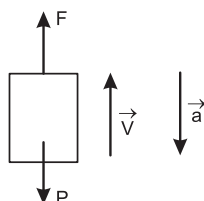


$$\uparrow \vec{a} \Leftrightarrow \uparrow \vec{F}_R \Leftrightarrow F > P$$

PFD:  $F - Mg = Ma$

$$F = M(g + a)$$

b)



$$\downarrow \vec{a} \Leftrightarrow \downarrow \vec{F}_R \Leftrightarrow P > F$$

PFD:  $Mg - F = Ma$

$$F = M(g - a)$$

Respostas: a)  $M(g + a)$ b)  $M(g - a)$ 

2) a)



PFD (bloco):

$P - F_{\text{din}} = ma$

$$F_{\text{din}} = 15 \text{ N} \quad 20 - 15 = 2,0 \cdot a$$

$$a = 2,5 \text{ m/s}^2 \quad \downarrow \vec{a}$$

$P = 20 \text{ N}$

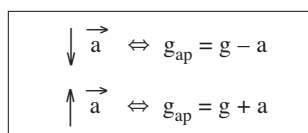
b) O sentido do movimento não está determinado.

O elevador pode estar:

 $\vec{a} \downarrow \downarrow \vec{V}$  descendo com movimento acelerado

 $\vec{a} \downarrow \uparrow \vec{V}$  subindo com movimento retardado

c)



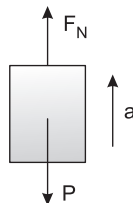
$P - F = ma$

$mg - ma = F$

$F = m(g - a)$

$g_{\text{ap}} = g - a = 7,5 \text{ m/s}^2$

3)



1) PFD:  $F_N - mg = ma$

$F_N = m(g + a)$

$F_N = 70(15,0) \text{ N}$

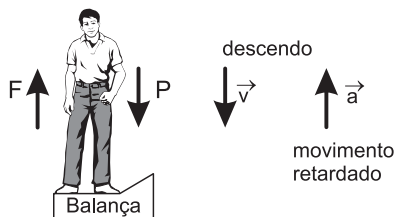
$$F_N = 1050 \text{ N}$$

2)  $m_{\text{ap}} = \frac{P_{\text{ap}}}{g} = \frac{1050}{10,0} \text{ (kg)}$

$$m_{\text{ap}} = 105 \text{ kg}$$

Resposta: B

4)



$$\uparrow \vec{a} \Leftrightarrow F > P$$

PFD:  $F - P = ma$

$F - mg = ma$

$F = m(g + a) = 80 \cdot 13 \text{ (N)}$

$$F = 1040 \text{ N}$$

Resposta: A

### MÓDULO 56 MÁQUINA DE ATWOOD

1) a) (1) PFD (A):  $T - P_A = m_A a$  (1)

PFD (B):  $P_B - T = m_B a$  (2)

PFD (A + B):  $P_B - P_A = (m_A + m_B) a$

$15,0 - 10,0 = 2,5 \cdot a$

$$a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

(2)  $\Delta s = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$

$$\Delta s = 0 + \frac{2,0}{2} (0,50)^2 \text{ (m)}$$

$$\Delta s = 0,25 \text{ m}$$

b) Em (1):

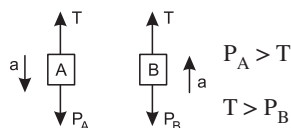
$$T - 10,0 = 1,0 \cdot 2,0 \Rightarrow T = 12,0 \text{ N}$$

Respostas: a) 0,25m b) 12,0N

2) (01) Falsa: a força tensora ao longo do fio ideal, com polia de inércia desprezível, tem a mesma intensidade.

(02) Falsa: a força que cada bloco exerce no fio tem intensidade T, que é diferente de cada um dos pesos.

(04) Verdadeira



O sentido da aceleração indica qual das forças tem maior intensidade.

(08) Verdadeira

PFD (A):  $P_A - T = m_A a$  (1)

PFD (B):  $T - P_B = m_B a$  (2)

PFD (A + B):

$P_A - P_B = (m_A + m_B) a$

(1) + (2)  $30,0 - 20,0 = 5,0 \cdot a$

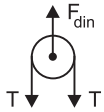
$$a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

(16) Verdadeira: Em (2), temos:

$T - 20,0 = 2,0 \cdot 2,0$

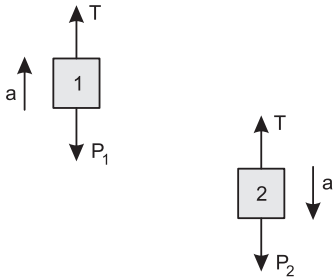
$$T = 24,0\text{N}$$

(32) Falsa:  $F_{\text{din}} = 2T = 48,0\text{N}$



Resposta: 28

3) a)



(1) PFD (1):  $T - P_1 = m_1 a$  (1)

PFD (2):  $P_2 - T = m_2 a$  (2)

PFD (1 + 2):  $P_2 - P_1 = (m_1 + m_2) a$

$$30,0 - 20,0 = 5,0 \cdot a$$

$$a = 2,0\text{m/s}^2$$

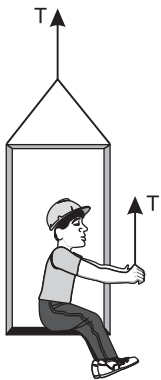
(2) Em (1):

$$T - 20,0 = 2,0 \cdot 2,0$$

$$T = 24,0\text{N}$$

Resposta: 24,0N

4)



2ª Lei de Newton para o sistema:

$$2T - M_{\text{total}} g = M_{\text{total}} a$$

$$2T = M_{\text{total}} (a + g)$$

$$T = \frac{M_{\text{total}} (a + g)}{2}$$

$$T = \frac{90 (1,0 + 10,0)}{2} (\text{N})$$

$$T = 495\text{N}$$

Resposta: C

## MÓDULO 57 EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES

1) Descendo com movimento retardado:

$$(1) \downarrow \vec{V} \quad \uparrow \vec{a} \Leftrightarrow g_{\text{ap}} = g + a$$

$$(2) \Delta s = V_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

$$H = \frac{g + a}{2} t_Q^2 \Rightarrow t_Q = \sqrt{\frac{2H}{g + a}}$$

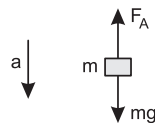
Resposta: A

2) (1) PFD (A + B + argola):

$$mg = (2M + m) a$$

$$a = \frac{mg}{2M + m}$$

(2)



PFD (argola):

$$mg - F_A = ma$$

$$F_A = m (g - a)$$

$$F_A = m \left[ g - \frac{mg}{2M + m} \right]$$

$$F_A = mg \left[ 1 - \frac{m}{2M + m} \right]$$

$$F_A = mg \frac{[2M + m - m]}{2M + m}$$

$$F_A = \frac{2Mmg}{2M + m}$$

Resposta: C

3) PFD (A + B) :  $P_A - P_B = (m_A + m_B) a$

$$(m_A - m_B) g = (m_A + m_B) \frac{g}{3}$$

$$3m_A - 3m_B = m_A + m_B$$

$$2m_A = 4m_B \Rightarrow m_A = 2m_B$$

$$\frac{m_B}{m_A} = \frac{1}{2}$$

Resposta: B

4) PFD (sistema):  $Mg = (M + 2m) a$

$$Mg = Ma + 2ma$$

$$M (g - a) = 2ma$$

$$M = \frac{2ma}{g - a}$$

Resposta: C

## MÓDULO 58 ATRITO

1) De acordo com o texto:

$$F_{\text{destaque}} = 230\text{N}$$

$$F_{\text{atdin}} = 200\text{N}$$

$$(1) F_{\text{destaque}} = \mu_E F_N = \mu_E P$$

$$230 = \mu_E 500 \Rightarrow \mu_E = 0,46$$

$$(2) F_{\text{atdin}} = \mu_D F_N = \mu_D P$$

$$200 = \mu_D 500 \Rightarrow \mu_D = 0,40$$

Resposta: D

2) a) (1)  $F_{\text{destaque}} = \mu_E F_N$

$$F_{\text{destaque}} = 0,60 \cdot 1000 (\text{N}) = 600\text{N}$$

(2) Como  $F < F_{\text{destaque}}$ , o guarda-roupa não se move e, portanto,

$$F_{\text{at}} = F = 400\text{N}.$$

$$b) F_{\text{atdin}} = F \Rightarrow \mu_d \cdot 1000 = 340$$

$$\mu_d = 0,34$$

Respostas: a)  $F_{\text{at}} = 400\text{N}$

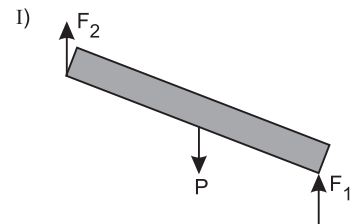
$$b) \mu_d = 0,34$$

3) A força de atrito não depende da área de contato entre o paralelepípedo e a superfície horizontal. Portanto, na iminência de escorregar, temos:

$$F_1 = F_2 = F_{\text{atmáx}} = \mu_E P$$

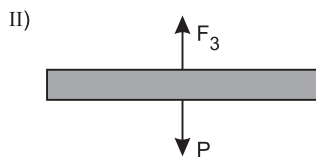
Resposta: D

4) O peso da tora é sempre o mesmo ( $P = mg$ ), porém, nas situações I e II, teremos:



$$F_2 + F_1 = P$$

$$F_1 = P - F_2$$



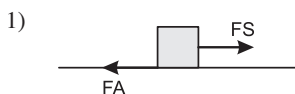
$$F_3 = P$$

Portanto:  $F_3 > F_1$

Na situação II, a força normal trocada entre a tora e o solo é mais intensa que na situação I.

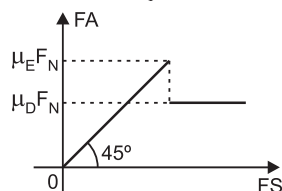
Resposta: B

## MÓDULO 59 EXERCÍCIOS



- (1) Enquanto o atrito for estático (não há movimento), teremos  $F_A = F_S$  e o respectivo gráfico será um segmento de reta inclinado de  $45^\circ$  (função  $y = x$ ).
- (2) Quando o bloco se movimentar, a força de atrito terá intensidade constante.
- (3) Como o coeficiente de atrito estático é maior que o dinâmico, resulta:

$$F_{at_{din}} < F_{at_{destaque}}$$



Resposta: A

- 2) (1) A força de atrito de destaque tem intensidade 15N (leitura do gráfico) e é dada por:

$$F_{at_{destaque}} = \mu_E F_N = \mu_E P$$

$$15 = \mu_E 50$$

$$\mu_E = 0,3$$

- (2) Para  $F = 30N$ , o bloco está em movimento e a força de atrito é dinâmica com intensidade  $F_{at_{din}} = 10N$  (leitura do gráfico).

$$PFD: F - F_{at_{din}} = m a$$

$$30 - 10 = 5,0 \cdot a$$

$$a = 4,0m/s^2$$

Resposta: A

3)



$$F = F_{at} = \mu P$$

$$2000 = \mu \cdot 2000 \Rightarrow \mu = 1,0$$

Resposta: E

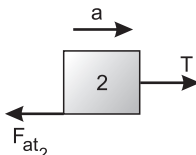
- 4) 1)  $F_{at_{destaque}} = \mu_E F_N = \mu_E P$

$$F_{at_{destaque}} = 0,30 \cdot 50,0 N = 15,0 N$$

- 2) PFD  $(1 + 2): F - F_{at} = M a$

$$20,0 - 15,0 = 5,0 a \Rightarrow a = 1,0 m/s^2$$

3)



PFD (2):

$$T - f_{at_2} = m_2 a$$

$$T - 0,30 \cdot 20,0 = 2,0 \cdot 1,0$$

$$T - 6,0 = 2,0$$

$$T = 8,0 N$$

Resposta: C

## MÓDULO 60 EXERCÍCIOS

- 1) (1)  $f_{at_A} = \mu P_A = 0,20 \cdot 20,0 (N) = 4,0N$

$$f_{at_B} = \mu P_B = 0,20 \cdot 30,0 (N) = 6,0N$$

- (2) PFD  $(A + B)$ :

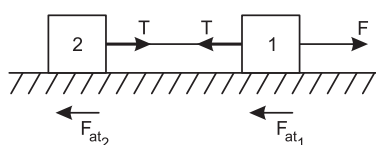
$$F - (f_{at_A} + f_{at_B}) = (m_A + m_B) a$$

$$20,0 - 10,0 = 5,0 \cdot a \Rightarrow a = 2,0m/s^2$$

- (3) PFD (B) :  $F_{AB} - f_{at_B} = m_B a$

$$F_{AB} - 6,0 = 3,0 \cdot 2,0 \Rightarrow F_{AB} = 12,0N$$

Resposta: E



- (1) Na iminência de movimento, a força de atrito em (1) tem intensidade máxima:

$$F_{at_1} = \mu_E P_1 = 0,4 \cdot 1000 (N) = 400N$$

- (2) A força de tração no fio é dada por:

$$F = T + F_{at_1}$$

$$600 = T + 400 \Rightarrow T = 200N$$

- (3) Para o equilíbrio do bloco 2, que não está na iminência de movimento, temos:

$$T = F_{at_2}$$

$$F_{at_2} = 200N$$

Resposta: A

- 3) PFD:  $F_{at} = ma$

Sendo o atrito estático:

$$F_{at} \leq \mu F_N$$

$$ma \leq \mu \frac{2}{3} m g$$

$$a_{máx} = \frac{2}{3} \mu g = \frac{2}{3} \cdot 0,60 \cdot 10,0m/s^2$$

$$a_{máx} = 4,0m/s^2$$

Resposta: D

- 4) 1) PFD:  $F_{at} = ma$

$$\mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$$

- 2) Distância percorrida até parar:

$$V^2 = V_0^2 + 2 \gamma \Delta s \text{ (MUV)}$$

$$0 = V_0^2 + 2 (-\mu g) d$$

$$d = \frac{V_0^2}{2\mu g} \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \frac{m_E}{m_D}$$

Resposta: C

- 5) 1)  $F_{at} = ma$

$$\mu_C mg = ma$$

$$a = \mu_C g = 0,3 \cdot 10 (m/s^2) = 3,0m/s^2$$

- 2)  $V^2 = V_0^2 + 2g \Delta s$

$$V^2 = 400 + 2 (-3,0) 6,5$$

$$V^2 = 361$$

$$V = 19m/s$$

Resposta: A

## MÓDULO 61 PLANO INCLINADO

1) (1) PFD:  $P_t = ma$

$$mg \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha = 5,0 \text{ m/s}^2$$

(2)  $V = V_0 + \gamma t$   
 $20,0 = 0 + 5,0 t_1$

$$t_1 = 4,0 \text{ s}$$

Resposta: B

- 2) Desprezando-se o atrito e o efeito do ar, a força resultante sobre o carrinho tanto na subida como na descida é a componente tangencial de seu peso:

$$F_R = P_t = mg \sin \theta$$

Resposta: B

- 3) Mantendo-se a inclinação da rampa, a aceleração do jovem será mantida constante. Usando-se a equação de Torricelli, tem-se:

$$v^2 = v_0^2 + 2\gamma \Delta s$$

$$v_1^2 = 0 + 2 a L \quad (1)$$

$$(2v_1)^2 = 0 + 2 a L'$$

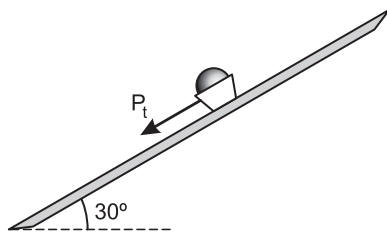
$$4 v_1^2 = 2 a L' \quad (2)$$

Fazendo-se  $\frac{(2)}{(1)}$ , obtém-se:

$$\frac{L'}{L} = 4 \Rightarrow L' = 4L$$

Resposta: E

4)



PFD:  $P_t = ma$

$$mg \sin \theta = ma$$

$$a = g \sin \theta$$

$$a = 10,0 \cdot \frac{1}{2} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

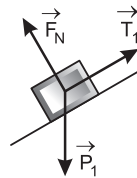
$$a = 5,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta: C

## MÓDULO 62 EXERCÍCIOS

1) a)

massa  $m_1$



$\vec{P}_1$  = peso do corpo 1

$\vec{F}_N$  = força normal aplicada pelo plano

$\vec{T}_1$  = força de tração aplicada pelo fio

massa  $m_2$



$\vec{P}_2$  = peso do corpo 2

$\vec{T}_2$  = força de tração aplicada pelo fio

Nota:  $|\vec{T}_2| = |\vec{T}_1|$

b) Para o equilíbrio:  $T = P_2$

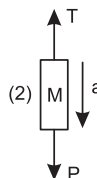
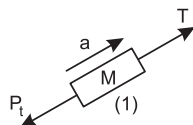
$$T = P_{t(1)} = P_1 \sin \theta$$

$$P_2 = P_1 \sin \theta$$

$$m_2 = m_1 \sin \theta = 10 \cdot \frac{1}{2} \text{ (kg)}$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

2)



Bloco (2):  $P - T = M a \quad (1)$

Bloco (1):  $T - P_t = M a \quad (2)$

Sistema:  $P - P_t = 2Ma$

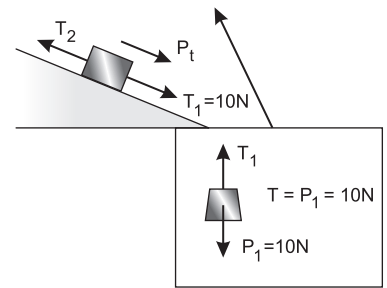
$$Mg - Mg \cdot \frac{1}{2} = 2Ma$$

$$a = \frac{g}{4} = \frac{10}{4} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Resposta: B

3)



$$T_2 = P_t + T_1$$

$$T_2 = mg \sin \theta + T_1$$

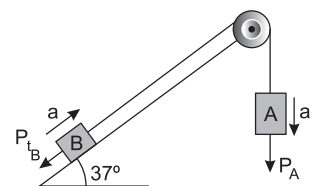
$$T_2 = 10 \cdot 0,6 + 10 \text{ (N)}$$

$$T_2 = 16 \text{ N}$$

Resposta: D

4) 1)  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{8,0}{2,0} \text{ (m/s}^2\text{)} = 4,0 \text{ m/s}^2$

2) PFD (A + B):



$$P_A - P_{tB} = (m_A + m_B)a$$

$$50,0 - m_B \cdot 10,0 \cdot 0,60 = (5,0 + m_B) 4,0$$

$$50,0 - 6,0m_B = 20,0 + 4,0m_B$$

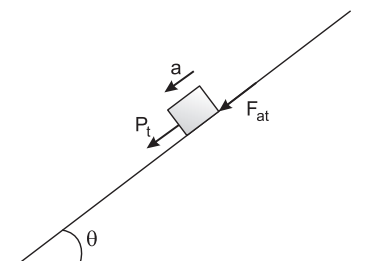
$$30,0 = 10,0m_B$$

$$m_B = 3,0 \text{ kg}$$

Resposta: C

## MÓDULO 63 PLANO INCLINADO COM ATRITO

1)



2ª Lei de Newton:  $P_t + F_{at} = ma$

$$mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma$$

$$a = g (\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

Resposta: D

- 2) a) Sendo a velocidade constante (MRU), a força resultante é nula e, portanto, a força  $\vec{F}$  deve equilibrar o peso e, para tanto, deve ser vertical, dirigida para cima e de módulo 40N.

b)  $F_{at} = P_t$

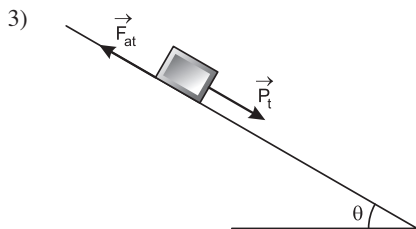
$$\mu_d P \cos \theta = P \sin \theta$$

$$\mu_d = \tan \theta$$

$$\mu_d = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Respostas: a) 40N; vertical; para cima

b)  $\sqrt{3} / 3$



O bloco ficará na iminência de escorregar quando:

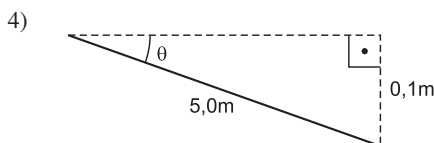
$$P_t = F_{at\text{destaque}}$$

$$P \sin \theta = \mu_E P \cos \theta$$

$$\mu_E = \tan \theta$$

Portanto, como os coeficientes de atrito entre A e B e o tempo da mesa são iguais (mesma madeira e igualmente polidos), os blocos A e B começam a deslizar simultaneamente, não importando suas massas.

Resposta: C



$$1) \sin \theta = \frac{0,1}{5,0} = \frac{1}{50}$$

$$2) F_{at} = P_t = m g \sin \theta$$

$$F_{at} = 0,80 \cdot 10,0 \cdot \frac{1}{50} \text{ (N)} = 0,16 \text{ N}$$

Resposta: B

## MÓDULO 64 COMPONENTES DA FORÇA RESULTANTE

- 1) No trecho que contém o ponto P, o movimento do automóvel é circular uniforme e a força resultante é centrípeta (dirigida de P para M).

Resposta: D

- 2) (1) O movimento de Tomás é circular e uniforme e a aceleração vetorial é centrípeta (não nula).

(2) A componente horizontal da força aplicada pelo piso (força de atrito) faz o papel de resultante centrípeta.

Resposta: C

- 3) Por inércia, o coelho mantém a sua velocidade vetorial.

Qualquer alteração de velocidade implica a presença de uma força resultante externa. Para variar a direção da velocidade, é preciso receber uma força resultante centrípeta.

Resposta: E

## MÓDULO 65 EXERCÍCIOS

- 1) A expressão que comparece no 2º membro das opções é a resultante centrípeta que corresponde à resultante das forças que têm a direção da normal (radial).

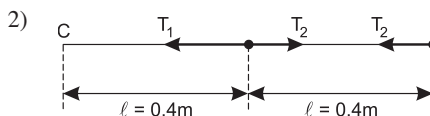
Portanto:

$$\frac{MV_A^2}{L} = F_{cp} = |\vec{T}_A| + P \cos \theta$$

Resposta: E

Nota: Na direção da tangente, temos:

$$Mg \sin \theta = M a_t \Rightarrow a_t = g \sin \theta$$



$$(1) T_2 = m \omega^2 \cdot 2\ell$$

$$T_2 = 0,1 \cdot 25 \cdot 0,8 \text{ (N)}$$

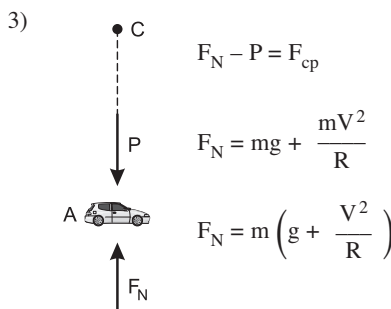
$$T_2 = 2,0 \text{ N}$$

$$(2) T_1 - T_2 = m \omega^2 \cdot \ell$$

$$T_1 - 2,0 = 0,1 \cdot 25 \cdot 0,4$$

$$T_1 = 3,0 \text{ N}$$

Respostas: 2,0N e 3,0N



$$F_N - P = F_{cp}$$

$$F_N = mg + \frac{mV^2}{R}$$

$$F_N = m \left( g + \frac{V^2}{R} \right)$$

$$F_N = 1,0 \cdot 10^3 \left( 10 + \frac{100}{20} \right) \text{ (N)}$$

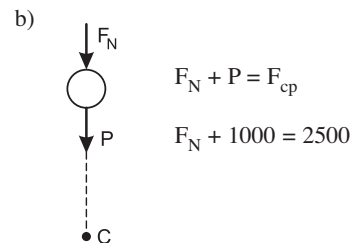
$$F_N = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N} = 15 \text{ kN}$$

Resposta: 15kN

$$4) a) F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$F_{cp} = \frac{100 \cdot (10,0)^2}{4,0} \text{ (N)}$$

$$F_{cp} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 2,5 \text{ kN}$$



$$F_N + P = F_{cp}$$

$$F_N + 1000 = 2500$$

$$F_N = 1,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 1,5 \text{ kN}$$

- c) Quando a velocidade é a mínima possível (iminência de cair), a força de contato com a pista se anula.

$$P = F_{cp}$$

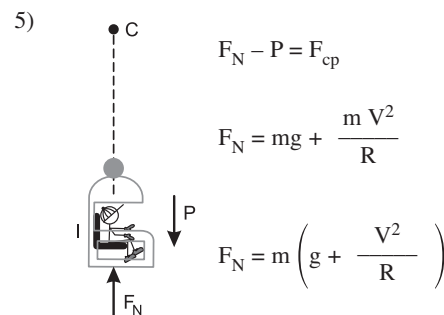
$$mg = \frac{m V_{\min}^2}{R}$$

$$V_{\min} = \sqrt{gR} = \sqrt{10,0 \cdot 4,0} \text{ (m/s)}$$

$$V_{\min} = \sqrt{40,0} \text{ m/s} = 2,0 \sqrt{10,0} \text{ m/s}$$

Respostas: a) 2,5kN b) 1,5kN

c)  $2,0 \sqrt{10,0} \text{ m/s}$



$$F_N - P = F_{cp}$$

$$F_N = mg + \frac{mV^2}{R}$$

$$F_N = m \left( g + \frac{V^2}{R} \right)$$

$$F_N = 50 \left( 10 + \frac{100}{2,0} \right) \text{ (N)}$$

$$F_N = 3,0 \cdot 10^3 \text{ N} = 3,0 \text{ kN}$$

Resposta: C

$$6) \quad F = \frac{mV^2}{R} = m\omega^2 R$$

$$F = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot R = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot m R$$

$$F = \frac{4 \cdot 10 \cdot 7,3 \cdot 10^{22} \cdot 3,8 \cdot 10^8}{(2,5 \cdot 10^6)^2} \text{ (N)}$$

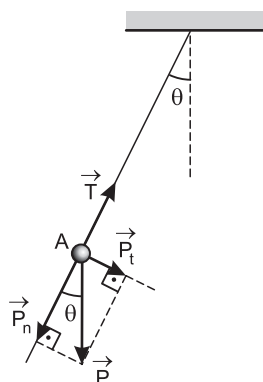
$$F = \frac{4 \cdot 7,3 \cdot 3,8}{6,25} \cdot 10^{19} \text{ N}$$

$$F \approx 18 \cdot 10^{19} \text{ N}$$

$$F = 1,8 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

Resposta: D

7)



No ponto A em que a velocidade se anula, a componente centrípeta da resultante se anula e, portanto:

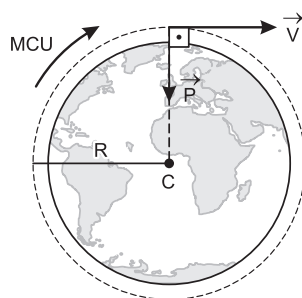
$$T = P_n = P \cos \theta$$

$$T = mg \cos \theta$$

Resposta: E

## MÓDULO 66 EXERCÍCIOS

1)



Supondo-se desprezível a influência do ar, a força gravitacional (P) desempenha o papel de resultante centrípeta no movimento circular e uniforme do míssil.

$$F_{cp} = P \Rightarrow \frac{mV^2}{R} = mg$$

$$V = \sqrt{gR}$$

Sendo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ , calculemos V:

$$V = \sqrt{10 \cdot 6,4 \cdot 10^6} \text{ (m/s)}$$

$$V = 8,0 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$b) \quad V = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{V}$$

$$T = \frac{2 \cdot 3 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{8,0 \cdot 10^3} \text{ (s)}$$

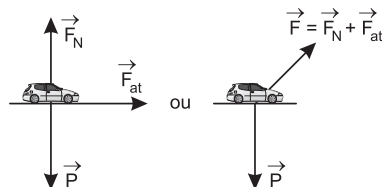
$$T = 4800 \text{ s}$$

$$T = 80 \text{ min}$$

Respostas: a) 8,0 km/s  
b) 80 min

2)

a)



Na realidade,  $\vec{F}_N$  e  $\vec{F}_{at}$  são apenas componentes da força de contato  $\vec{F}$  que o chão exerce sobre o carro.

b) Sendo o movimento uniforme, a aceleração é centrípeta e seu módulo é dado por:

$$a_{cp} = \frac{V^2}{R}, \text{ sendo igual para os dois}$$

carros (independe da massa).

c) A força de atrito faz o papel de resultante centrípeta e sua intensidade é dada por:

$$F_{at} = ma_{cp} = \frac{mV^2}{R}, \text{ sendo maior}$$

para o carro mais pesado.

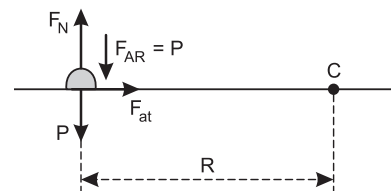
d) Não. A máxima velocidade permitida na curva sem derrapar independe da massa do carro e é dada por:

$$F_{at\text{máx}} = \frac{mV_{\text{máx}}^2}{R}$$

$$\mu mg = \frac{mV_{\text{máx}}^2}{R}$$

$$V_{\text{máx}} = \sqrt{\mu g R} \text{ (independe da massa)}$$

3)



$$(1) F_N = P + F_{AR} = P + P = 2P = 2mg$$

$$(2) F_{at} = F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$(3) F_{at} \leq \mu_E F_N$$

$$\frac{mV^2}{R} \leq \mu_E 2mg$$

$$V^2 \leq 2\mu_E g R$$

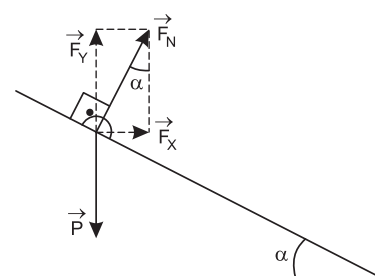
$$V \leq \sqrt{2\mu_E g R}$$

$$V_{\text{max}} = \sqrt{2\mu_E g R}$$

$$V_{\text{max}} = \sqrt{2 \cdot 1,25 \cdot 10 \cdot 100} \text{ (m/s)}$$

$$V_{\text{max}} = 50 \text{ m/s}$$

Resposta: A



A força normal  $\vec{F}_N$  que a pista exerce no veículo admite uma componente vertical  $\vec{F}_Y$  e uma componente horizontal  $\vec{F}_X$  tais que:

$$F_Y = P = mg$$

$$F_X = F_{cp} = \frac{mV^2}{R}$$

$$\text{Da figura: } \tan \alpha = \frac{F_x}{F_y} = \frac{m V^2 / R}{mg}$$

$$\tan \alpha = \frac{V^2}{g R}$$

$$\tan \alpha = \frac{(180/3,6)^2}{10 \cdot 820} = \frac{2500}{8200} \approx 0,305$$

Da tabela, o valor que mais se aproxima de  $\alpha$  é  $17^\circ$ .

Resposta: D

- 5) A força de atrito que a calçada aplica nas rodas do patim faz o papel de resultante centrípeta:

$$F_{\text{at}} = F_{\text{cp}} = \frac{m V^2}{R}$$

A velocidade escalar é máxima quando a força de atrito tem intensidade máxima:

$$\mu_E mg = \frac{m V_{\text{máx}}^2}{R}$$

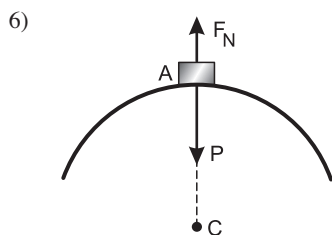
$$V_{\text{máx}}^2 = \mu_E g R$$

$$V_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_E g R}$$

$$V_{\text{máx}} = \sqrt{0,30 \cdot 10 \cdot 3,0} \text{ (m/s)}$$

$$V_{\text{máx}} = 3,0 \text{ m/s}$$

Resposta: C



Na posição A (ponto mais alto da curva), a força resultante é centrípeta:

$$P - F_N = F_{\text{cp}}$$

$$mg - F_N = \frac{m V^2}{R}$$

Quando a velocidade é a máxima possível, a reação normal se anula e o peso faz o papel de resultante centrípeta:

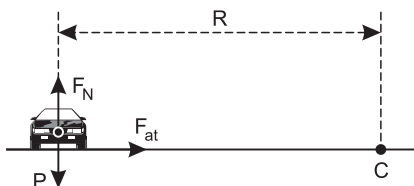
$$mg = \frac{m V_{\text{máx}}^2}{R}$$

$$R = \frac{V_{\text{máx}}^2}{g} = \frac{(10)^2}{10} \text{ (m)}$$

$$R = 10 \text{ m}$$

Resposta: D

7)



$$1) F_N = P = mg$$

$$2) F_{\text{at}} = F_{\text{cp}} = \frac{m V^2}{R}$$

3) Para não derrapar, o atrito entre os pneus e o chão deve ser estático e teremos:

$$F_{\text{at}} \leq \mu_E F_N$$

$$\frac{m V^2}{R} \leq \mu_E mg$$

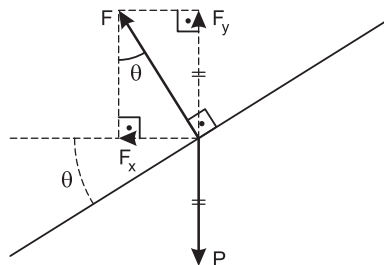
$$V^2 \leq \mu_E g R$$

$$V \leq \sqrt{\mu_E g R} \Rightarrow V_{\text{máx}} = \sqrt{\mu_E g R}$$

Se R duplica, a velocidade máxima fica multiplicada por  $\sqrt{2} \approx 1,4$ , o que significa um aumento percentual de aproximadamente 40%.

Resposta: B

8)



$$1) F_y = P$$

$$2) \cos \theta = \frac{F_y}{F}$$

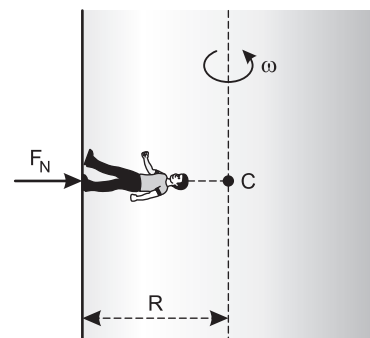
$$\cos \theta = \frac{P}{F}$$

Quando  $F = F_{\text{máx}} = 4P$ , temos  $\cos \theta$  mínimo:

$$(\cos \theta)_{\text{mín}} = \frac{P}{4P} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Resposta: C

9)



$$F_N = F_{\text{cp}}$$

$$mg = m \omega^2 R$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$f = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{10}{125/2}} \text{ (Hz)}$$

$$f = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{20}{125}} \text{ (Hz)}$$

$$f = \frac{0,4}{6} \text{ Hz} = \frac{4}{60} \text{ Hz} = \frac{1}{15} \text{ Hz}$$

$$f = \frac{60}{15} \text{ rpm} = 4 \text{ rpm}$$

Resposta: B

