P.267 a) $F - f_{at.} = ma \Rightarrow 8{,}0 - f_{at.} = 2{,}0 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{f_{at.} = 4{,}0\ \text{N}}$

b) $f_{at.} = \mu_d \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = \mu_d \cdot mg \Rightarrow 4{,}0 = \mu_d \cdot 2{,}0 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\mu_d = 0{,}20}$

c) $R = \sqrt{f_{at.}^2 + F_N^2} \Rightarrow R = \sqrt{(4{,}0)^2 + (20)^2} \Rightarrow \boxed{R \simeq 20{,}4\ \text{N}}$

P.268 Sendo um movimento retilíneo e uniforme (MRU), temos:

$F = f_{at.} \Rightarrow F = \mu_d \cdot F_N \Rightarrow F = \mu_d \cdot mg \Rightarrow 180 = \mu_d \cdot 60 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\mu_d = 0{,}3}$

P.269 $f_{at.} = ma$

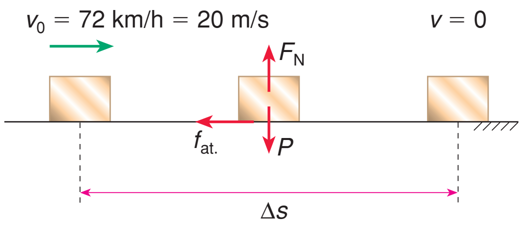
$\mu_d \cdot F_N = ma$

$\mu_d \cdot mg = ma$

$a = \mu_d \cdot g$

$a = 0{,}4 \cdot 10$

$a = 4\ \text{m/s}^2$



$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = 20^2 + 2 \cdot (-4) \cdot \Delta s \Rightarrow \boxed{\Delta s = 50\ \text{m}}$

P.270 $f_{at.} = \mu_d \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = 0{,}6 \cdot 100 \Rightarrow f_{at.} = 60\ \text{N}$

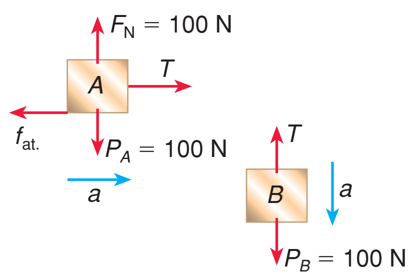
$F_R = ma$

$$\left.\begin{aligned} \text{Corpo } A\text{:}\quad & T - f_{at.} = m_A \cdot a \quad (1) \\ \text{Corpo } B\text{:}\quad & P_B - T = m_B \cdot a \quad (2) \end{aligned}\right\} \oplus$$

$P_B - f_{at.} = (m_A + m_B) \cdot a$

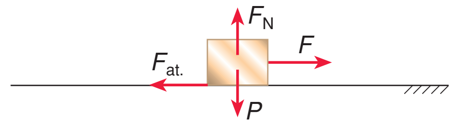
$100 - 60 = (10 + 10) \cdot a$

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



De (1): $T - 60 = 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{T = 80\ \text{N}}$

P.271 Força de atrito dinâmica:



$f_{at.} = \mu_d \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = \mu_d \cdot P \Rightarrow$

$\Rightarrow f_{at.} = 0{,}2 \cdot 200 \Rightarrow f_{at.} = 40\text{ N}$

Força de atrito estático máxima:

$f_{at.(máx.)} = \mu_e \cdot F_N \Rightarrow f_{at.(máx.)} = \mu_e \cdot P \Rightarrow f_{at.(máx.)} = 0{,}3 \cdot 200 \Rightarrow f_{at.(máx.)} = 60\text{ N}$

a) $F = 40\text{ N} < f_{at.(máx.)}$; o bloco **não** entra em movimento e, estando em repouso:

$\boxed{F_{at.} = F = 40\text{ N}}$

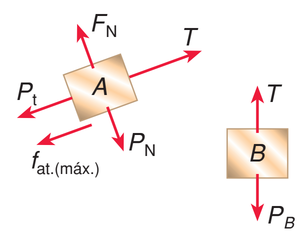
b) $F = 60\text{ N} = f_{at.(máx.)}$; o bloco **não** entra em movimento, mas encontra-se na iminência de escorregar.

Nesse caso: $\boxed{F_{at.} = F = 60\text{ N}}$

c) $F = 80\text{ N} > f_{at.(máx.)}$; o bloco entra em movimento e, durante o movimento, a força de atrito é dinâmica:

$\boxed{F_{at.} = f_{at.} = 40\text{ N}}$

P.272 Blocos em equilíbrio:



$$\begin{cases} \text{Bloco } A\text{: } T = P_t + f_{at.(máx.)} \\ \text{Bloco } B\text{: } T = P_B \end{cases}$$

Portanto:

$P_B = P_t + f_{at.(máx.)}$

$P_B = P_A \cdot \text{sen}\ \theta + \mu_e \cdot P_A \cdot \cos\theta$

$P_B = 30 \cdot 0{,}60 + 0{,}50 \cdot 30 \cdot 0{,}80$

$\boxed{P_B = 30\text{ N}}$

P.273 $F_{máxima} = R \Rightarrow 1.800 = 1{,}5v_L^2 \Rightarrow \boxed{v_L \simeq 35\text{ m/s}}$

P.274 Quando a esfera atinge a velocidade limite v_L, temos:

$F_R = 0 \Rightarrow 50 - 2{,}0 \cdot v_L^2 = 0 \Rightarrow 2{,}0 \cdot v_L^2 = 50 \Rightarrow v_L = \sqrt{25} \Rightarrow \boxed{v_L = 5{,}0\text{ m/s}}$

P.275 1) Errada. Após atingir a velocidade limite, o movimento é retilíneo e uniforme. Assim, imediatamente antes de tocar o solo a aceleração é nula.

2) Certa. No instante inicial a velocidade vertical é nula e, portanto, é nula a força de resistência do ar. Nesse instante, a única força vertical que age no corpo do paraquedista é a de atração gravitacional.

3) Errada.

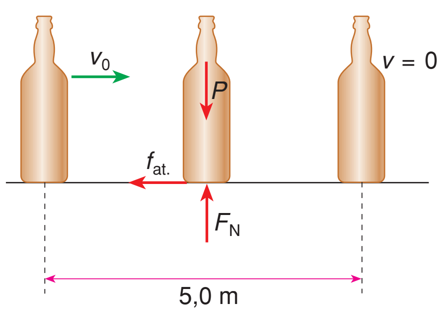
$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 10 \Rightarrow v = 100 \text{ m/s} \Rightarrow v = 360 \text{ km/h}$

4) Errada. O conjunto é desacelerado até atingir a velocidade limite, e não até a chegada ao solo.

P.276 $F - f_{at.} = ma \Rightarrow F - \mu \cdot P = ma \Rightarrow 24 - 0{,}25 \cdot 80 = 8{,}0 \cdot a \Rightarrow a = 0{,}50 \text{ m/s}^2$

$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + 0{,}50 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{v = 5{,}0 \text{ m/s}}$

P.277



$f_{at.} = ma \Rightarrow \mu \cdot F_N = ma \Rightarrow \mu \cdot mg = ma \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \mu g \Rightarrow a = 0{,}16 \cdot 10{,}0 \Rightarrow a = 1{,}6 \text{ m/s}^2$

De $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$, sendo $\alpha = -1{,}6 \text{ m/s}^2$, temos:

$0 = v_0^2 - 2 \cdot 1{,}6 \cdot 5{,}0 \Rightarrow \boxed{v_0 = 4{,}0 \text{ m/s}}$

P.278 a) Sendo a velocidade constante, concluímos que a força resultante que age no sistema de blocos é nula. Assim:

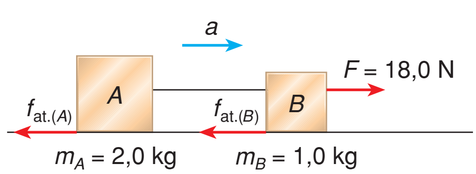
$F - f_{at.(A)} - f_{at.(B)} = 0$

$F = f_{at.(A)} + f_{at.(B)}$

$F = \mu \cdot m_A g + \mu \cdot m_B g$

$18{,}0 = \mu \cdot 2{,}0 \cdot 10{,}0 + \mu \cdot 1{,}0 \cdot 10{,}0$

$\boxed{\mu = 0{,}60}$



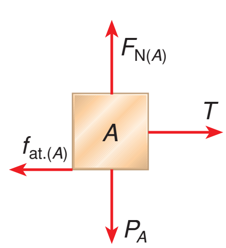
b) Como a velocidade é constante, temos:

$T = f_{at.(A)}$

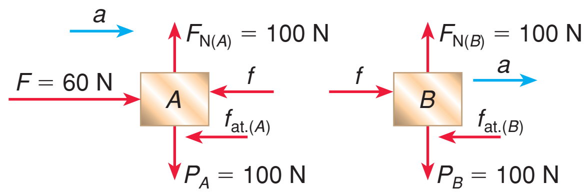
$T = \mu \cdot m_A \cdot g$

$T = 0{,}60 \cdot 2{,}0 \cdot 10{,}0$

$\boxed{T = 12{,}0 \text{ N}}$



P.279 a)



$$F_R = ma$$

$$\begin{array}{lrl} \text{Corpo } A: & F - f_{at.(A)} - f = m_A \cdot a & ① \\ \text{Corpo } B: & f - f_{at.(B)} = m_B \cdot a & ② \end{array} \Bigg\} \oplus$$

$$F - f_{at.(A)} - f_{at.(B)} = (m_A + m_B) \cdot a$$

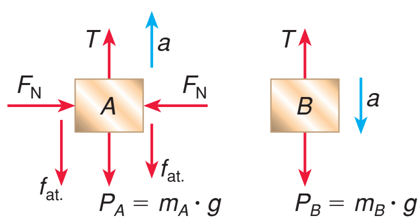
Como $f_{at.(A)} = \mu \cdot F_{N(A)}$, temos: $f_{at.(A)} = 0{,}20 \cdot 100 \Rightarrow f_{at.(A)} = 20$ N

Sendo $f_{at.(B)} = f_{at.(A)} = 20$ N, vem:

$$60 - 20 - 20 = (10 + 10) \cdot a \Rightarrow \boxed{a = 1{,}0 \text{ m/s}^2}$$

b) De ②: $f - 20 = 10 \cdot 1{,}0 \Rightarrow \boxed{f = 30 \text{ N}}$

P.280 a)



$$F_R = ma$$

$$\begin{array}{lrl} \text{Corpo } A: & T - P_A - 2f_{at.} = m_A a & ① \\ \text{Corpo } B: & P_B - T = m_B \cdot a & ② \end{array} \Bigg\} \oplus$$

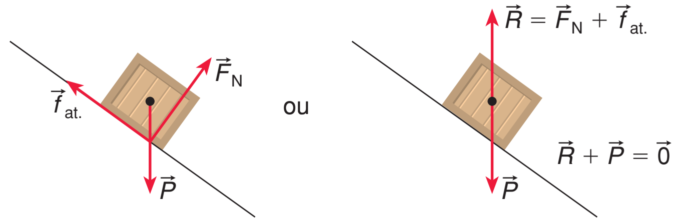
$$P_B - P_A - 2f_{at.} = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$m_B \cdot g - m_A \cdot g - 2\mu \cdot F_N = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$\boxed{a = \frac{(m_B - m_A) \cdot g - 2\mu \cdot F_N}{m_A + m_B}}$$

b) v = constante $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow \boxed{F_N = \dfrac{(m_B - m_A) \cdot g}{2\mu}}$

P.281 a)



b) Estando a caixa em repouso, a intensidade da força resultante na direção do plano de apoio é nula.

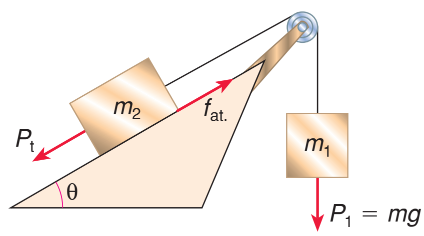
c) $f_{at.} = P_t \Rightarrow \mu \cdot F_N = P_t \Rightarrow \mu \cdot P_n = P_t \Rightarrow \mu \cdot P \cdot \cos\theta = P \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow \mu = \text{tg}\,\theta$

Sendo $\theta = 30°$, temos:

$$\mu = \text{tg}\,30° \Rightarrow \mu = \frac{\text{sen}\,30°}{\cos 30°} \Rightarrow \mu = \frac{0{,}50}{0{,}87} \Rightarrow \boxed{\mu \simeq 0{,}57}$$

P.282 Façamos $m_1 = m$ e $m_2 = 4m$.

a) $P_t = P_2 \cdot \text{sen}\,\theta = 4mg \cdot 0{,}6 = 2{,}4mg$



$f_{at.} = \mu \cdot P_n$

$f_{at.} = \mu \cdot P \cdot \cos\theta = 0{,}2 \cdot 4mg \cdot 0{,}8$

$f_{at.} = 0{,}64mg$

$P_1 = mg$

Sendo $P_t > f_{at.} + P_1$, concluímos que **entrará em movimento** tal que m_2 desce e m_1 sobe.

b) Pela equação fundamental da Dinâmica aplicada ao conjunto, vem:

$F_R = ma$

$P_t - f_{at.} - P_1 = (m_1 + m_2) \cdot a$

$2{,}4mg - 0{,}64mg - mg = (4m + m) \cdot a$

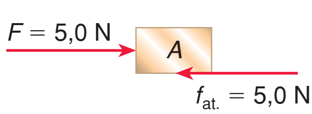
$0{,}76mg = 5ma$

$$\boxed{a = 1{,}52 \text{ m/s}^2}$$

A aceleração de m_1 tem sentido de baixo para cima.

P.283 a) O bloco B permanece em repouso.

b) Bloco A:



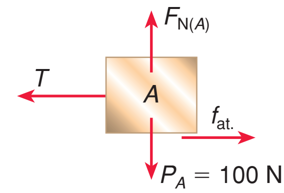
O bloco B não está sujeito a forças horizontais.

P.284 $f_{at.} = \mu_{AB} \cdot F_{N(A)} = \mu_{AB} \cdot P_A$

$f_{at.} = 0,25 \cdot 100$

$f_{at.} = 25$ N

$T = f_{at.} \Rightarrow \boxed{T = 25 \text{ N}}$



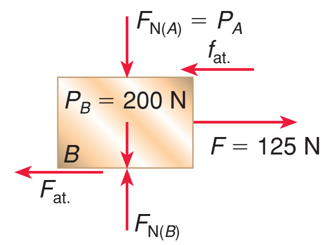
$F = f_{at.} + F_{at.}$

$125 = 25 + F_{at.}$

$F_{at.} = 100$ N

Sendo $F_{at.} = \mu \cdot F_{N(B)}$, temos:

$F_{at.} = \mu \cdot (P_A + P_B) \Rightarrow 100 = \mu \cdot (100 + 200) \Rightarrow \boxed{\mu = \frac{1}{3}}$



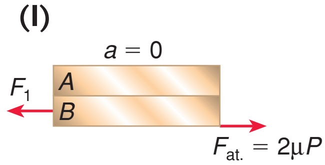
P.285 Nos três casos, a força de atrito entre B e o solo, na iminência de movimento ou velocidade constante, é $\mu \cdot F_N$, onde F_N é $P_1 + P_2$ ou $2P$, já que $P_1 = P_2$.

Daí: $F_{at.} = \mu \cdot F_N = 2\mu \cdot P$

A força de atrito entre A e B tem intensidade

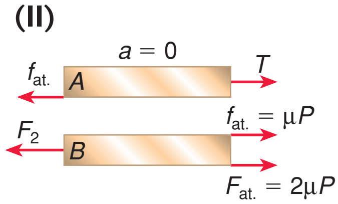
$f_{at.} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot P$, onde $F_N = P =$ peso de A.

(I)



(B) $F_1 = 2\mu \cdot P$

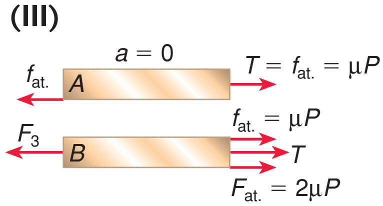
(II)



(B) $F_2 = F_{at.} + f_{at.}$

$F_2 = 3\mu \cdot P$

(III)



(B) $F_3 = f_{at.} + T + F_{at.}$

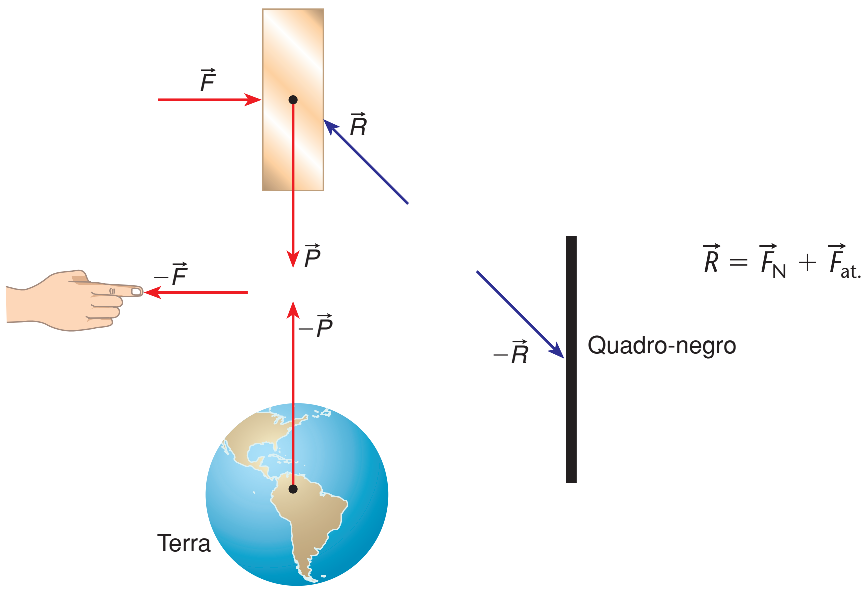
$F_3 = \mu \cdot P + \mu \cdot P + 2\mu \cdot P$

$F_3 = 4\mu \cdot P$

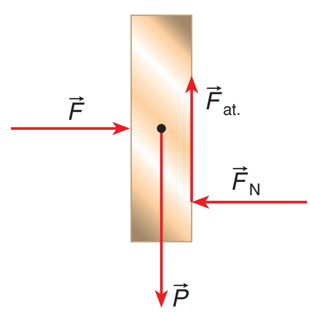
Relações:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{3\mu \cdot P}{2\mu \cdot P} \Rightarrow \boxed{\frac{F_2}{F_1} = 1,5} \text{ e } \frac{F_3}{F_1} = \frac{4\mu \cdot P}{2\mu \cdot P} \Rightarrow \boxed{\frac{F_3}{F_1} = 2}$$

P.286 a)



Ou seja:



b) $\begin{cases} F = F_N \\ F_{at.} = P \end{cases}$

De $F_{at.} \leqslant \mu F_N$, temos:

$P \leqslant \mu_e \cdot F$

$F \geqslant \dfrac{P}{\mu_e}$

Para $F_{mín.}$, temos: $f = \dfrac{P}{\mu_e} \Rightarrow f = \dfrac{0{,}05 \cdot 10}{0{,}4} \Rightarrow \boxed{f = 1{,}25\ \text{N}}$

c) $P - F_{at.} = ma$

$P - \mu_d \cdot F_N = ma$

$P - \mu_d \cdot \dfrac{f}{2} = ma$

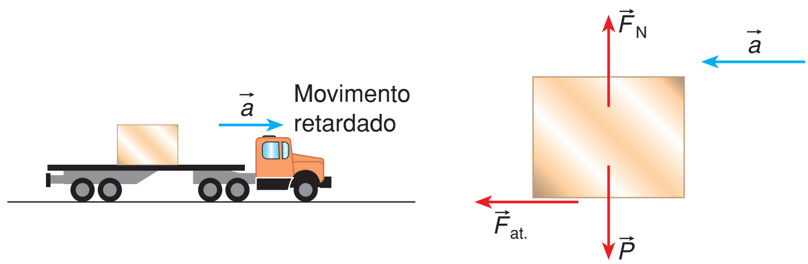
$0{,}05 \cdot 10 - 0{,}3 \cdot \dfrac{1{,}25}{2} = 0{,}05 \cdot a$

$\boxed{a = 6{,}25\ \text{m/s}^2}$

Para $F = 2f$, o apagador fica em repouso e, portanto: $\boxed{a = 0}$

P.287 a) A força de atrito é nula. Se a força de atrito não fosse nula, o movimento não poderia ser retilíneo e uniforme.

b)



Vamos, inicialmente, achar a aceleração do caminhão, que é a mesma do caixote, considerando-o na iminência de escorregar:

$F_{at.} = ma \Rightarrow \mu \cdot F_N = ma \Rightarrow \mu \cdot mg = ma \Rightarrow a = \mu \cdot g \Rightarrow$

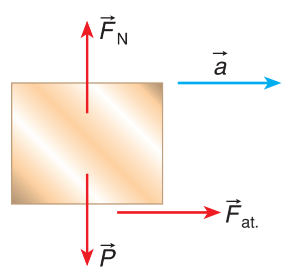
$\Rightarrow\ a = 0{,}25 \cdot 10 \Rightarrow a = 2{,}5\ m/s^2$

De $v = v_0 + \alpha t$, sendo $v = 0$, $v_0 = 20$ m/s e $\alpha = -2{,}5\ m/s^2$, temos:

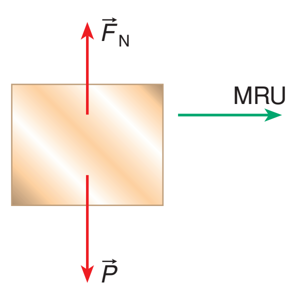
$$0 = 20 - 2{,}5 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 8{,}0\ s}$$

Observações:

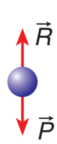
1ª) Se o caminhão estivesse acelerando, as forças no caixote seriam:



2ª) No caso do MRU, temos no caixote somente as forças $\vec{P}$ e $\vec{F}_N$:

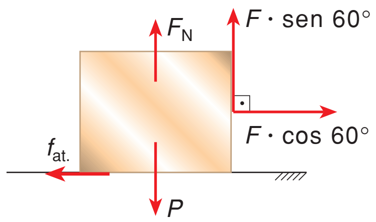


P.288 a)



b) $R = P \Rightarrow 3{,}0 \cdot v_L^2 = 1{,}2 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{v_L = 2{,}0\ m/s}$

P.289 a)



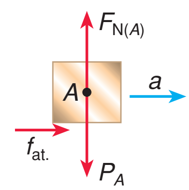
Como o bloco se desloca em MRU, temos:

$f_{at.} = F \cdot \cos 60° \Rightarrow f_{at.} = 100 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{f_{at.} = 50\ \text{N}}$

b) $F_N + F \cdot \text{sen}\ 60° = P \Rightarrow F_N + 100 \cdot 0{,}87 = 187 \Rightarrow F_N = 100\ \text{N}$

$f_{at.} = \mu_d \cdot F_N \Rightarrow 50 = \mu_d \cdot 100 \Rightarrow \boxed{\mu_d = 0{,}50}$

P.290 A máxima intensidade da força $\vec{F}$ corresponde ao bloco A na iminência de escorregar. As forças que agem em A estão mostradas ao lado.



Note que a força de atrito acelera o bloco A.

$F_R = ma$

Bloco A:

$f_{at.} = m_A \cdot a \Rightarrow \mu \cdot F_{N(A)} = m_A \cdot a \Rightarrow \mu \cdot m_A \cdot g = m_A \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \mu \cdot g \Rightarrow a = 0{,}40 \cdot 10 \Rightarrow a = 4{,}0\ \text{m/s}^2$

Sistema $A + B$:

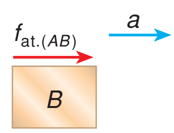
$F = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow F = (2{,}0 + 4{,}0) \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{F = 24\ \text{N}}$

P.291 a) PFD $(A + B)$

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

$4{,}5 = (1{,}8 + 1{,}2) \cdot a$

$\boxed{a = 1{,}5\ \text{m/s}^2}$



b) PFD (B)

$f_{at.(AB)} = m_B \cdot a$ ①

O valor mínimo do coeficiente de atrito estático corresponde ao bloco A na iminência de deslizar sobre B. Assim: $f_{at.(AB)} = \mu_{mín.} \cdot F_{N(A)} \Rightarrow f_{at.(AB)} = \mu_{mín.} \cdot m_A \cdot g$ ②

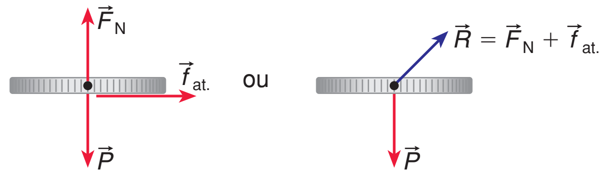
De ① e ②:

$\mu_{mín.} \cdot m_A \cdot g = m_B \cdot a$

$\mu_{mín.} \cdot 1{,}8 \cdot 10 = 1{,}2 \cdot 1{,}5$

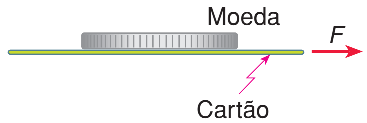
$\boxed{\mu_{mín.} = 0{,}1}$

P.292 a) Na moeda atuam: o seu peso $\vec{P}$ e a força $\vec{R}$ aplicada pelo cartão e que tem como componentes a força normal $\vec{F}_N$ e a força de atrito $\vec{f}_{at.}$.



b) $F_R = ma$

(moeda): $f_{at.} = ma$



Para a moeda, na iminência de escorregar, temos: $f_{at.} = \mu \cdot F_N = \mu mg$

Logo:

$\mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g \Rightarrow a = 0,15 \cdot 10 \Rightarrow a = 1,5\ m/s^2$

Para que a moeda escorregue, devemos puxar o cartão com uma força $\vec{F}$, de modo que a aceleração supere $1,5\ m/s^2$.

(moeda + cartão): $F = (m_{moeda} + m_{cartão}) \cdot a$

Mas $m_{cartão} = 0$. Logo: $F = m_{moeda} \cdot a$

Para $a = 1,5\ m/s^2$, a moeda está na iminência de escorregar. Nesse caso:

$F = 0,010 \cdot 1,5 \Rightarrow F = 1,5 \cdot 10^{-2}\ N$

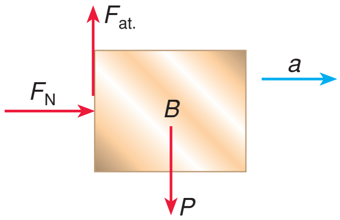
Se F for maior do que $1,5 \cdot 10^{-2}$ N, a moeda vai escorregar.

P.293 Equação fundamental da Dinâmica para $(A + B)$:

$F = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow F = 5,4 \cdot a$ ①

F mínimo corresponde a a mínimo e, nesse caso, o corpo B fica na iminência de escorregar ($F_{at.} = \mu \cdot F_N$):

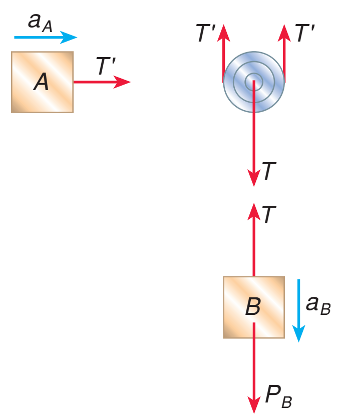
$$\begin{cases} F_{at.} = P \\ F_N = ma \end{cases}$$



$$F_{at.} = \mu \cdot F_N \Rightarrow P = \mu ma \Rightarrow mg = \mu ma \Rightarrow a = \frac{g}{\mu} \Rightarrow a = \frac{10}{0,9}\ m/s^2 \text{ ②}$$

Substituindo ② em ①, temos: $F = 5,4 \cdot \dfrac{10}{0,9} \Rightarrow \boxed{F = 60\ N}$

P.294



Polia: $2T' = T \Rightarrow T' = \frac{T}{2}$

Bloco A: $T' = m_A \cdot a_A \Rightarrow \frac{T}{2} = 0{,}50 \cdot a_A \Rightarrow T = a_A$ ①

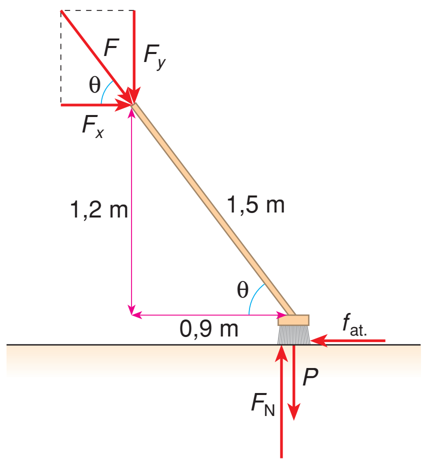
Bloco B: $P_B - T = m_B \cdot a_B \Rightarrow 20 - T = 2{,}0 \cdot a_B$ ②

Relação entre as acelerações: $a_A = 2a_B$ ③

(B está ligado a uma polia móvel)

De ①, ② e ③ temos: $\boxed{a_A = 10\ \text{m/s}^2}$ e $\boxed{a_B = 5{,}0\ \text{m/s}^2}$

P.295



$F_x = F \cdot \cos\theta$

$F_x = F \cdot \frac{0{,}9}{1{,}5}$

$F_x = 0{,}6F$

$F_y = F \cdot \text{sen}\,\theta$

$F_y = F \cdot \frac{1{,}2}{1{,}5}$

$F_y = 0{,}8F$

Estando em repouso, temos:

$F_x = f_{at.}$ ①

$F_N = F_y + P$ ②

Sendo $f_{at.} = \mu \cdot F_N$, vem: $f_{at.} = \mu(F_y + P)$ ③

De ① e ③:

$F_x = \mu \cdot (F_y + P)$

$0{,}6F = \frac{1}{8}(0{,}8F + 0{,}4 \cdot 10)$

$0{,}6F = 0{,}1F + 0{,}5$

$0{,}5F = 0{,}5$

$\boxed{F = 1\ \text{N}}$