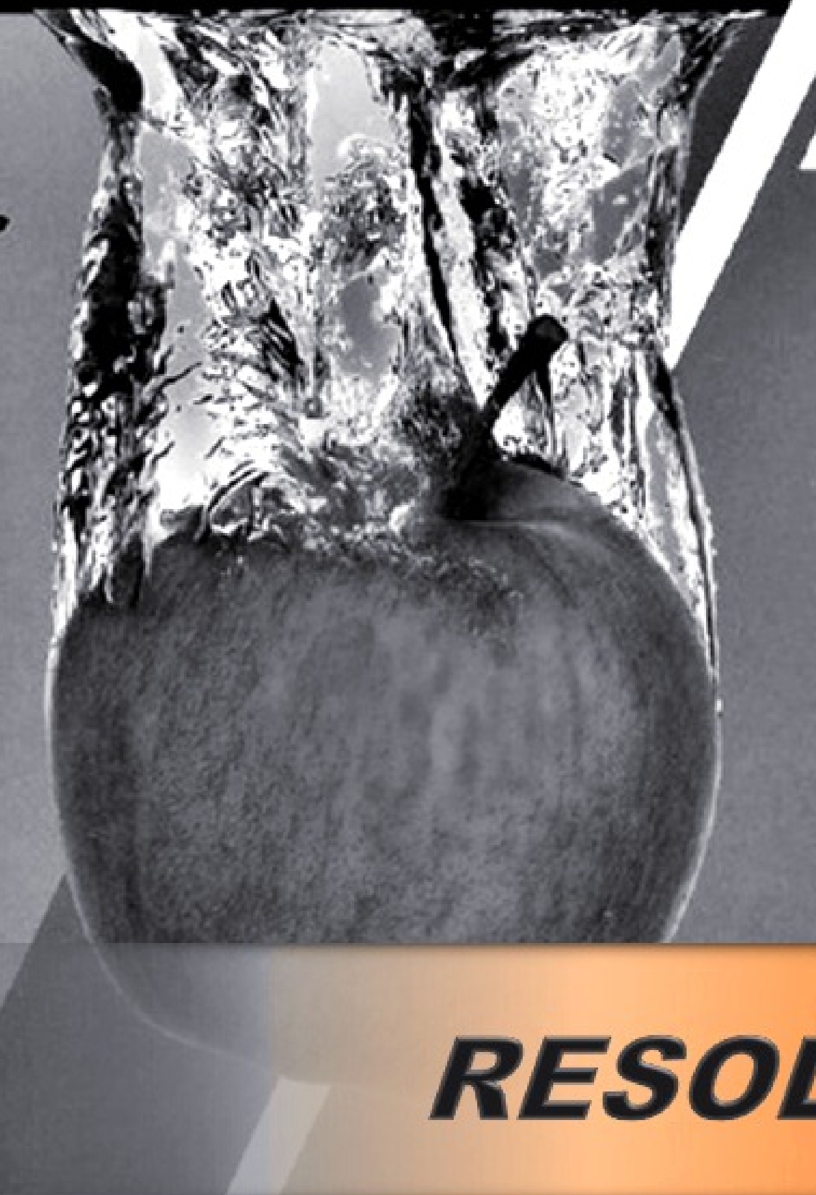
Moderna PLUS

RAMALHO
NICOLAU
TOLEDO

FÍSICA

OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA

1



RESOLUÇÕES

P.1

a) $1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$

b) $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$

c) $1 \text{ m} = 10^3 \text{ mm}$

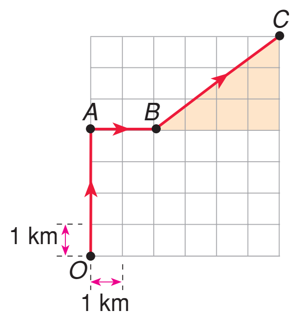
d) $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

e) $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

f) $1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$

P.2

O trajeto *OABC* está representado na figura abaixo:



$OA = 4 \cdot 1 \text{ km} \Rightarrow \boxed{OA = 4 \text{ km}}$

$AB = 2 \cdot 1 \text{ km} \Rightarrow \boxed{AB = 2 \text{ km}}$

BC é obtido pela aplicação do teorema de Pitágoras ao triângulo destacado:

$(BC)^2 = 3^2 + 4^2$

$\boxed{BC = 5 \text{ km}}$

P.3

a) $1 \text{ h} = 60 \text{ min}$

b) $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

c) $1 \text{ h} = 60 \cdot 60 \text{ s} \Rightarrow 1 \text{ h} = 3.600 \text{ s}$

d) $1 \text{ dia} = 24 \text{ h} \Rightarrow 1 \text{ dia} = 24 \cdot 3.600 \text{ s} \Rightarrow 1 \text{ dia} = 86.400 \text{ s}$

P.4

1 h   1 min

$$\begin{array}{r} 12 \text{ h } 15 \text{ min } 35 \text{ s} \\ -\ 10 \text{ h } 20 \text{ min } 45 \text{ s} \\ \hline \end{array} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{r} 11 \text{ h } 74 \text{ min } 95 \text{ s} \\ -\ 10 \text{ h } 20 \text{ min } 45 \text{ s} \\ \hline \boxed{1 \text{ h } 54 \text{ min } 50 \text{ s}} \end{array}$$

P.5

1ª) $3{,}020 \text{ m} + 0{,}0012 \text{ km} + 320 \text{ cm} = 3{,}020 \text{ m} + 1{,}2 \text{ m} + 3{,}20 \text{ m} = 7{,}420 \text{ m}$

Devemos apresentar o resultado com apenas uma casa decimal, que é o número de casas decimais da parcela com menos casas decimais.

Portanto, temos: $\boxed{7{,}4 \text{ m}}$

2ª) $4{,}33 \text{ m} \times 50{,}2 \text{ cm} = 4{,}33 \text{ m} \times 0{,}502 \text{ m} = 2{,}17366 \text{ m}^2$

Devemos apresentar o resultado com três algarismos significativos.

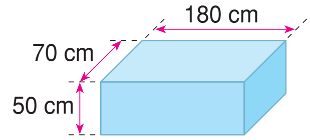
Assim temos: $\boxed{2{,}17 \text{ m}^2}$

P.6 Cada pequena divisão corresponde a 0,2 s. O ponteiro do cronômetro está posicionado entre divisões que correspondem a 7,0 s e 7,2 s. Dessa forma, avaliamos o tempo de queda da pedra em 7,1 s. Esse resultado apresenta dois algarismos significativos, em que o algarismo 7 é o correto e o 1 é o duvidoso.

P.7 a) 473 m $= 4{,}73 \cdot 10^2$ m; os algarismos 4 e 7 são corretos e o 3 é duvidoso.
b) 0,0705 cm $= 7{,}05 \cdot 10^{-2}$ cm; os algarismos 7 e 0 são corretos e o 5 é duvidoso.
c) 37 mm $= 3{,}7 \cdot 10$ mm; o algarismo 3 é correto e o 7 é duvidoso.
d) 37,0 mm $= 3{,}70 \cdot 10$ mm; os algarismos 3 e 7 são corretos e o 0 é duvidoso.

P.8 1 ano $=$ 365,2 dias $= 365{,}2 \cdot 24 \cdot 3.600$ s $\simeq \boxed{3{,}2 \cdot 10^7 \text{ s}}$

P.9 Dimensões estimadas de uma banheira de apartamento:



O volume da banheira é dado por:
$180 \text{ cm} \times 70 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 6{,}3 \cdot 10^5 \text{ cm}^3$

$$\left.\begin{array}{rcl} 1 \text{ cm}^3 & \rightarrow & 20 \text{ gotas} \\ 6{,}3 \cdot 10^5 \text{ cm}^3 & \rightarrow & x \end{array}\right\} \Rightarrow x = 1{,}26 \cdot 10^7 \text{ gotas}$$

$\boxed{\text{ordem de grandeza: } 10^7 \text{ gotas}}$

P.10 Número de partidas: $\dfrac{30 \cdot 10^6}{28 \cdot 10^3} \simeq 1{,}07 \cdot 10^3$

Total de minutos de futebol já jogados no Morumbi:

$$1{,}07 \cdot 10^3 \cdot 90 \text{ min} = 9{,}63 \cdot 10^4 \text{ min}$$

Como $9{,}63 > \sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{\text{ordem de grandeza: } 10^5 \text{ min}}$$

P.11 Repouso: em relação ao ônibus.
Movimento: em relação à estrada.

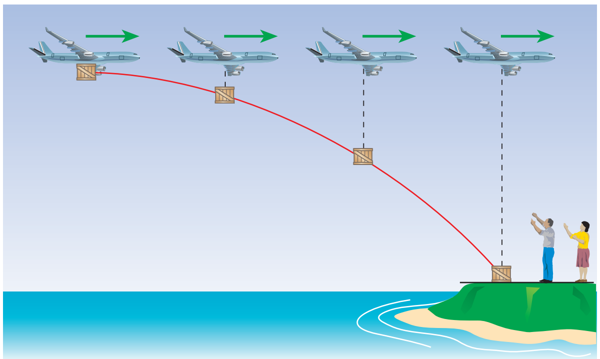
P.12 Não. Depende do referencial. Um avião em relação ao outro está em repouso. Em relação à Terra os aviões estão em movimento.

P.13 Depende do referencial. Em relação à sala de aula o aluno está em repouso, em relação ao Sol, está em movimento, acompanhando o movimento da Terra.

P.14 A afirmação está errada. *A* pode estar em repouso em relação a *C*. Considere, por exemplo, um ônibus deslocando-se numa avenida, transportando um passageiro, sentado em uma poltrona.
Sejam: *A* o passageiro, *B* um poste situado na avenida e *C* o ônibus. Temos: *A* em movimento em relação a *B*; *B* em movimento em relação a *C* e *A* em repouso em relação a *C*.

P.15
a) Em relação ao piloto o ponto *P* descreve uma circunferência.
b) Em relação a um observador parado no solo o ponto *P* descreve uma hélice cilíndrica.

P.16
a) Em relação ao avião o pacote descreve uma trajetória retilínea: segmento de reta vertical.
b) Em relação à Terra o pacote descreve um arco de parábola.



P.17 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{1.200 \text{ m}}{4 \cdot 60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m = 5 \text{ m/s}}$

P.18 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}5 \text{ cm/mês} = \frac{1{,}8 \cdot 10^2 \text{ cm}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 120 \text{ meses}$

Portanto: $\boxed{\Delta t = 10 \text{ anos}}$

P.19 a) Distância percorrida pelo automóvel:

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{120 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{\Delta s}{1 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 2 \text{ km}}$

Distância percorrida pelo caminhão:

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{90 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{\Delta s}{1 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 1{,}5 \text{ km}}$

b) Intervalo de tempo para o automóvel ir de São Paulo a Campinas (Δt_A):

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{100 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{90 \text{ km}}{\Delta t_A} \Rightarrow \Delta t_A = 54 \text{ min}$

Intervalo de tempo para o caminhão ir de São Paulo a Campinas (Δt_C):

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60 \text{ km}}{60 \text{ min}} = \frac{90 \text{ km}}{\Delta t_C} \Rightarrow \Delta t_C = 90 \text{ min}$

$\Delta t_C - \Delta t_A = 90 \text{ min} - 54 \text{ min} = \boxed{36 \text{ min}}$

P.20 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_m = \frac{120 - 50}{20 - 10} \Rightarrow \boxed{v_m = 7{,}0 \text{ m/s}}$

P.21 $\Delta t = 1 \text{ h } 30 \text{ min} + 30 \text{ min} + 30 \text{ min} = 2 \text{ h } 30 \text{ min} \Rightarrow \Delta t = 2{,}5 \text{ h}$

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{90 \text{ km}}{2{,}5 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 36 \text{ km/h}}$

P.22 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \frac{60}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{4} \text{ h} \Rightarrow \Delta t = 45 \text{ min}$

$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow 45 \text{ min} = t_2 - 7 \text{ h } 30 \text{ min} \Rightarrow \boxed{t_2 = 8 \text{ h } 15 \text{ min}}$

P.23 Em $\Delta t = 1$ h 30 min $= 1{,}5$ h, o carro vencedor percorre $\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t$ e o segundo colocado, $\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t$. A distância entre eles é:

$d = \Delta s_1 - \Delta s_2 \Rightarrow d = (v_1 - v_2) \cdot \Delta t \Rightarrow d = (240 - 236) \cdot 1{,}5 \Rightarrow d = 6 \text{ km}$

Como 1 volta corresponde a 30 km, 6 km correspondem a 0,2 volta.

P.24 a) De $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, com $\Delta s = 100$ m, concluímos que a maior velocidade escalar média corresponde ao menor intervalo de tempo ($\Delta t = 4$ s) e a menor velocidade, ao maior intervalo de tempo ($\Delta t = 20$ s). Assim, temos:

Maior velocidade: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{4 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 25 \text{ m/s (veículo: 7º)}}$

Menor velocidade: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 5 \text{ m/s (veículo: 4º)}}$

b) $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60}{3{,}6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{100 \text{ m}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 6$ s

Para $\Delta t < 6$ s, a velocidade escalar média é superior a 60 km/h. Isso ocorre com os veículos: 2º e 7º

P.25 $v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t_1} \Rightarrow 80 = \frac{8{,}0}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{8}{80}$ h $= 6{,}0$ min

$v_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t_2} \Rightarrow 100 = \frac{8{,}0}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{8{,}0}{100}$ h $= 4{,}8$ min

O estudante economizaria:

6,0 min − 4,8 min = 1,2 min

P.26 Trecho *AB*

$v_m = \frac{\Delta s_{AB}}{\Delta t_{AB}} \Rightarrow 60 = \frac{60}{\Delta t_{AB}} \Rightarrow \Delta t_{AB} = 1$ h

Trecho *BC*

$v_m = \frac{\Delta s_{BC}}{\Delta t_{BC}} \Rightarrow 50 = \frac{100}{\Delta t_{BC}} \Rightarrow \Delta t_{BC} = 2$ h

Trecho *CD*

$v_m = \frac{\Delta s_{CD}}{\Delta t_{CD}} \Rightarrow 45 = \frac{90}{\Delta t_{CD}} \Rightarrow \Delta t_{CD} = 2$ h

Percurso de *A* até *D*:

$v_m = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}} \Rightarrow v_m = \frac{\Delta s_{AB} + \Delta s_{BC} + \Delta s_{CD}}{\Delta t_{AB} + \Delta t_{BC} + \Delta t_{CD}}$

$v_m = \frac{60 + 100 + 90}{1 + 2 + 2} \Rightarrow \boxed{v_m = 50 \text{ km/h}}$

P.27 1º trecho:

$\Delta t_1 = \frac{\Delta s_1}{v_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{100}{50} \Rightarrow \Delta t_1 = 2$ h

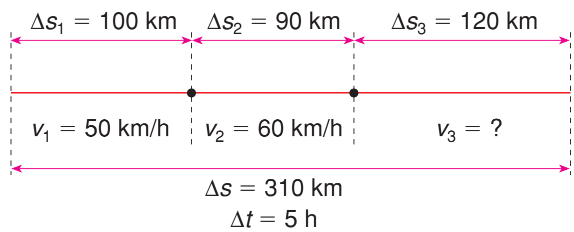
2º trecho:

$\Delta t_2 = \frac{\Delta s_2}{v_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{90}{60} \Rightarrow \Delta t_2 = 1{,}5$ h

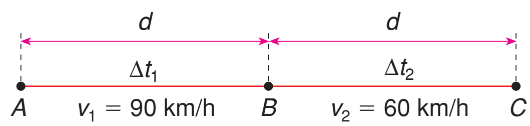
3º trecho:

$\Delta t_3 = \Delta t - \Delta t_1 - \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_3 = 5 - 2 - 1{,}5 \Rightarrow \Delta t_3 = 1{,}5$ h

$$v_3 = \frac{\Delta s_3}{\Delta t_3} \Rightarrow v_3 = \frac{120}{1{,}5} \Rightarrow \boxed{v_3 = 80 \text{ km/h}}$$



P.28



Primeira metade:

$$v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow 90 = \frac{d}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{90}$$

Segunda metade:

$$v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} \Rightarrow 60 = \frac{d}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d}{60}$$

Trecho todo:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\Delta t_1 + \Delta t_2} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\frac{d}{90} + \frac{d}{60}} \Rightarrow \boxed{v_m = 72 \text{ km/h}}$$

Note que a média aritmética das velocidades, em km/h, em cada trecho é:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{90 + 60}{2} = \frac{150}{2} = 75$$

Logo, a velocidade média v_m = 72 km/h **não é** a média aritmética (75 km/h) das velocidades em cada trecho do percurso.

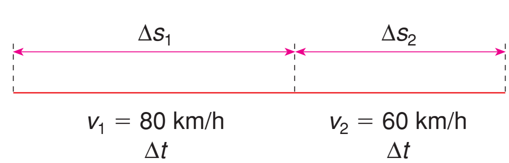
P.29

1º trecho:

$\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t$

2º trecho:

$\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t$



Percurso todo:

$\Delta s_{total} = \Delta s_1 + \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_{total} = (v_1 + v_2) \cdot \Delta t$

$\Delta t_{total} = 2 \cdot \Delta t$

$$v_m = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t_{total}} \Rightarrow v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_m = \frac{80 + 60}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 70 \text{ km/h}}$$

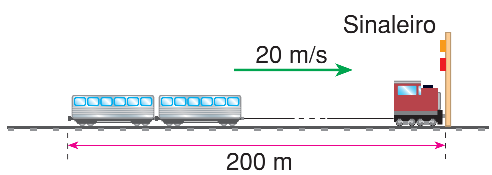
Note que a média aritmética das velocidades, em km/h, em cada trecho é:

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{80 + 60}{2} = \frac{140}{2} = 70$$

Logo, a velocidade média $v_m = 70$ km/h é a média aritmética (70 km/h) das velocidades em cada trecho do percurso.

P.30 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{L_{trem} + L_{túnel}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{200 + 400}{20} \Rightarrow \boxed{v_m = 30 \text{ m/s}}$

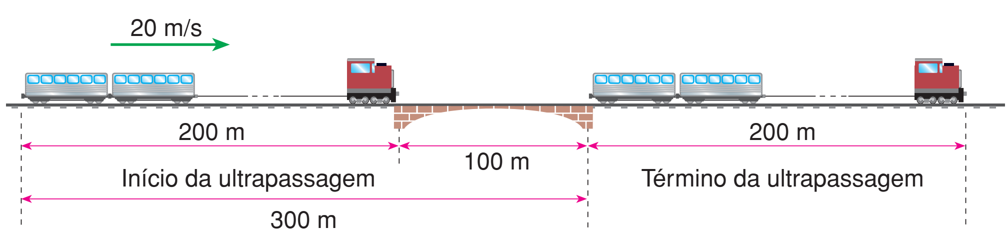
P.31 a) Observemos, inicialmente, que a velocidade escalar da composição é constante e portanto coincide com a velocidade escalar média. Cada ponto da composição desloca-se 200 m para ultrapassar o sinaleiro:



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{200}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 10 \text{ s}}$$

b)



Cada ponto da composição desloca-se 300 m para ultrapassar a ponte:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{300}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 15 \text{ s}}$$

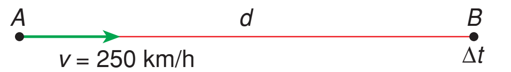
P.32 $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{144}{3,6} = \frac{\Delta s}{1,0} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 40 \text{ m}}$

P.33 a) $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{3.000 \text{ km}}{\left(1 + \frac{2}{3}\right) \text{h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 1.800 \text{ km/h}}$

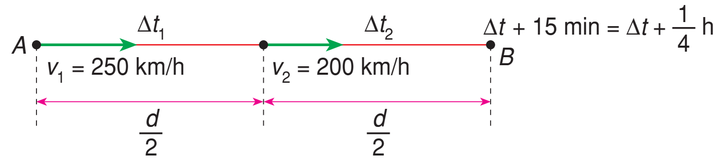
b) $v_{som} = 340 \text{ m/s} = 340 \cdot 3,6 \text{ km/h} \Rightarrow v_{som} = 1.224 \text{ km/h}$

Sendo $v_m > v_{som}$, concluímos que em algum intervalo de tempo o avião rompeu a "barreira de som". É, portanto, supersônico.

P.34



$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 250 = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{250}$$



$$v_1 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_1} \Rightarrow 250 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{500}$$

$$v_2 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_2} \Rightarrow 200 = \frac{\frac{d}{2}}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d}{400}$$

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t + \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{500} + \frac{d}{400} = \frac{d}{250} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{500} + \frac{d}{400} - \frac{d}{250} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{(4 + 5 - 8)d}{2.000} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{d}{2.000} = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{d = 500 \text{ km}}$$

P.35

a) $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}0 = \frac{\Delta s}{30} \Rightarrow \Delta s = 30 \text{ m}$

$$\left.\begin{array}{l} 100 \text{ m} \rightarrow 200 \text{ pessoas} \\ 30 \text{ m} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{x = 60 \text{ pessoas}}$$

b) comprimento da fila que restou: 100 m − 30 m = $\boxed{70 \text{ m}}$

P.36 a) As rodas da frente passam pelos sensores S_1 e S_2 no intervalo de tempo de 0,1 s percorrendo $d = 2$ m:

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2}{0,1} \Rightarrow \boxed{v = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}}$$

b) $\Delta t = 0,15$ s é o intervalo de tempo decorrido entre as passagens das rodas dianteiras e das rodas traseiras, por um dos sensores.

Neste caso, a distância percorrida (no caso Δs) é a distância entre os eixos do veículo. Portanto:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \frac{\Delta s}{0,15} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 3 \text{ m}}$$

P.37 a) A cada 3,0 min são atendidas três pessoas e a fila anda 3,0 m:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{3,0 \text{ m}}{3,0 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{v_m = 1,0 \text{ m/min}}$$

b) Cada cliente deve percorrer 50 m.

Portanto:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1,0 = \frac{50}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 50 \text{ min}}$$

c) Se um dos caixas se retirar por 30 min, ele deixa de atender a 10 pessoas e a fila aumenta 10 m.

P.38 a) Da tabela observamos que, no instante $t = 0$, o espaço do móvel é: $\boxed{s_0 = 160 \text{ m}}$

No MU, temos:

$$v = v_m \Rightarrow v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{120 - 160}{1 - 0} \Rightarrow \boxed{v = -40 \text{ m/s}}$$

b) Sendo $v = -40$ m/s < 0, concluímos que o movimento é **retrógrado**.

c) $s = s_0 + vt$

$\boxed{s = 160 - 40t}$ (s em metros e t em segundos)

P.39 a) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{250 - 150}{3 - 1} \Rightarrow \boxed{v_m = 50 \text{ m/s}}$

b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{750 - 350}{13 - 5} \Rightarrow \boxed{v_m = 50 \text{ m/s}}$

c) Sim, pois o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

d) O movimento é progressivo, pois $v > 0$. Outra maneira de se concluir que o movimento é progressivo é observar, na tabela, que os espaços crescem com o decorrer do tempo.

P.40 a) Comparando $s = 100 + 80\,t$ ($s \rightarrow$ m e $t \rightarrow$ s) com $s = s_0 + vt$, vem:

$\boxed{s_0 = 100 \text{ m}}$ e $\boxed{v = 80 \text{ m/s}}$

b) $s = 100 + 80t \Rightarrow s = 100 + 80 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s = 260 \text{ m}}$

c) $s = 100 + 80t \Rightarrow 500 = 100 + 80t \Rightarrow \boxed{t = 5 \text{ s}}$

d) O movimento é progressivo, pois $v > 0$.

P.41 a) Comparando $s = 60 - 12t$ (s em km e t em h) com $s = s_0 + vt$, vem:

$\boxed{s_0 = 60 \text{ km}}$ e $\boxed{v = -12 \text{ km/h}}$

b) $s = 60 - 12t \Rightarrow s = 60 - 12 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{s = 24 \text{ km}}$

c) $s = 60 - 12t \Rightarrow 0 = 60 - 12t \Rightarrow \boxed{t = 5 \text{ h}}$

d) O movimento é retrógrado, pois $v < 0$.

P.42 De $s = s_0 + vt$, temos:

- $\boxed{s_A = 35 + 12t}$ (s_A em metros e t em segundos)

  $t = 2\text{ s} \rightarrow s_A = 35 + 12 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_A = 59\text{ m}}$

- $\boxed{s_B = 30 - 90t}$ (s_B em metros e t em segundos)

  $t = 2\text{ s} \rightarrow s_B = 30 - 90 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_B = -150\text{ m}}$

- $\boxed{s_C = 29 - 13t}$ (s_C em centímetros e t em segundos)

  $t = 2\text{ s} \rightarrow s_C = 29 - 13 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_C = 3\text{ cm}}$

- $\boxed{s_D = 43 + 21t}$ (s_D em metros e t em segundos)

  $t = 2\text{ s} \rightarrow s_D = 43 + 21 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_D = 85\text{ m}}$

P.43 No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 30 - 80t = 10 + 20t \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{t = 0{,}2\text{ h}}$ (instante de encontro)

Substituindo t por 0,2 h em qualquer uma das funções horárias, obtemos a posição de encontro:

$s_A = 30 - 80 \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{s_A = 14\text{ km}}$ (posição de encontro)

Para confirmar:

$s_B = 10 + 20 \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{s_B = 14\text{ km}}$

P.44 $s_1 = 15 + 20t$ (s_1 em metros e t em segundos)
$s_2 = 45 - 10t$ (s_2 em metros e t em segundos)
No encontro, temos:

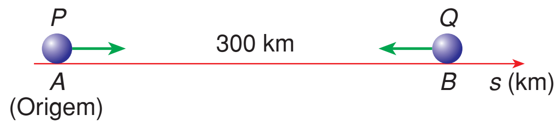
$s_1 = s_2 \Rightarrow 15 + 20t = 45 - 10t \Rightarrow \boxed{t = 1\text{ s}}$ (instante de encontro)

Posição de encontro:

$s_1 = 15 + 20 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{s_1 = 35\text{ m}}$

P.45 a) $s_P = 0 + 80t$ (s_P em quilômetros e t em horas)

$s_Q = 300 - 70t$ (s_Q em quilômetros e t em horas)



No encontro, temos:

$s_P = s_Q \Rightarrow 80t = 300 - 70t \Rightarrow \boxed{t = 2\text{ h}}$

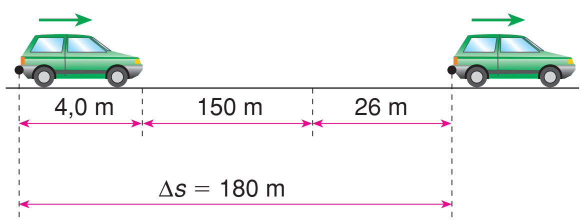
b) Posição de encontro:

$s_P = 80 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_P = 160\text{ km}}$

P.46 $v_A = \dfrac{\Delta s_A}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s_A}{v_A} = \dfrac{60}{15} \Rightarrow \Delta t = 4{,}0\text{ s}$

$v_B = \dfrac{\Delta s_B}{\Delta t} \Rightarrow v_B = \dfrac{80}{4{,}0} \Rightarrow \boxed{v_B = 20\text{ m/s}}$

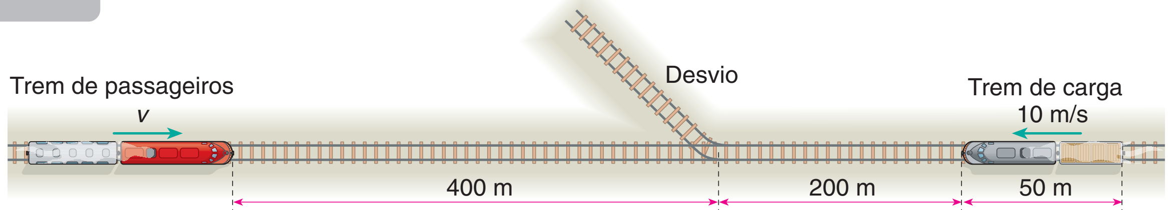
P.47 A figura abaixo mostra o deslocamento que o carro deverá efetuar para cruzar totalmente a rua.



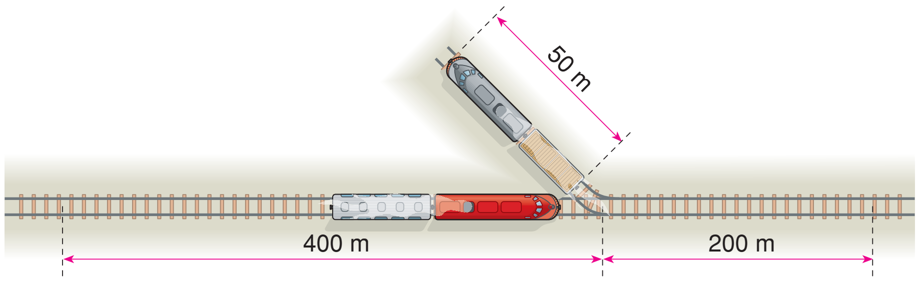
$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 15 = \dfrac{180}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 12\text{ s}$

Logo, o carro consegue cruzar totalmente a rua, pois o sinal permanece verde por 15 s.

P.48



Situação inicial



O trem de passageiros atinge o desvio depois de o trem de carga passar totalmente pelo desvio.

Trem de passageiros: $v = \dfrac{400}{\Delta t}$ ①

Trem de carga: $10 = \dfrac{250}{\Delta t}$ ②

De ②: $\Delta t = 25$ s

Substituindo Δt por 25 s em ①: $v = \dfrac{400}{25} \Rightarrow \boxed{v = 16 \text{ m/s}}$

P.49 Caminhão:

$v_C = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$

$v_C = \dfrac{\Delta s_C}{\Delta t} \Rightarrow 25 = \dfrac{0{,}20}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0{,}0080 \text{ s}$

Bala:

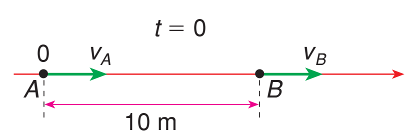
$v_B = \dfrac{\Delta s_B}{\Delta t} \Rightarrow v_B = \dfrac{2{,}00}{0{,}0080} \Rightarrow \boxed{v_B = 250 \text{ m/s}}$

P.50 $s_A = s_{0_A} + v_A \cdot t$

$s_A = 0 + 8{,}0t$ (SI)

$s_B = s_{0_B} + v_B \cdot t$

$s_B = 10 + 6{,}0t$ (SI)



Possibilidades:

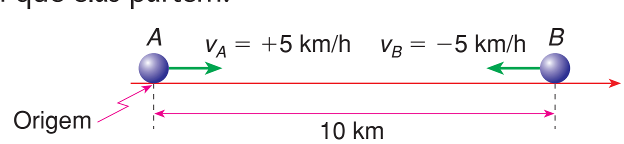
1ª) $s_B - s_A = 4{,}0 \text{ m} \Rightarrow 10 + 6{,}0t - 8{,}0t = 4{,}0 \Rightarrow \boxed{t = 3{,}0 \text{ s}}$

2ª) $s_A - s_B = 4{,}0 \text{ m} \Rightarrow 8{,}0t - 10 - 6{,}0t = 4{,}0 \Rightarrow \boxed{t = 7{,}0 \text{ s}}$

P.51 Vamos determinar inicialmente o instante de encontro das carroças, adotando como origem dos tempos o instante em que elas partem:

$s_A = 5t$

$s_B = 10 - 5t$



No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 5t = 10 - 5t \Rightarrow$

$\Rightarrow t = 1$ h (instante de encontro)

Com velocidade de módulo 15 km/h em 1 h a mosca percorre a distância:

$$d = vt \Rightarrow d = 15 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{d = 15 \text{ km}}$$

P.52 $\Delta t = \Delta t_{\text{proj.}} + \Delta t_{\text{som}} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{v_{\text{proj.}}} + \dfrac{\Delta s}{v_{\text{som}}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1{,}6 = \frac{255}{v_{\text{proj.}}} + \frac{255}{340} \Rightarrow \frac{255}{v_{\text{proj.}}} = 0{,}85 \Rightarrow \boxed{v_{\text{proj.}} = 300 \text{ m/s}}$$

P.53 Seja x a distância desconhecida, t_1 o instante de chegada do som emitido através da água e t_2 o instante de chegada do som emitido através do ar ($t_2 - t_1 = 4$ s). Como $s = vt$, temos:

água: $x = 1.500t_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{x}{1.500}$

ar: $x = 300t_2 \Rightarrow t_2 = \dfrac{x}{300}$

$$t_2 - t_1 = 4 \Rightarrow \frac{x}{300} - \frac{x}{1.500} = 4 \Rightarrow \frac{5x - x}{1.500} = 4 \Rightarrow 4x = 6.000$$

Resolvendo, temos: $\boxed{x = 1.500 \text{ m}}$

P.54 a) $\left.\begin{array}{r} 24 \text{ quadros} \rightarrow 1 \text{ s} \\ x \rightarrow 30 \text{ s} \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{x = 720 \text{ quadros}}$

b) $\left.\begin{array}{r} 24 \text{ quadros} \rightarrow 1 \text{ s} \\ y \rightarrow 600 \text{ s} \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{y = 14.400 \text{ quadros (fotos)}}$

P.55 $\left.\begin{array}{r} 64 \text{ fotos} \rightarrow 1 \text{ s} \\ x \rightarrow 5 \text{ s} \end{array}\right\} \Rightarrow x = 320 \text{ fotos}$

$\left.\begin{array}{r} 16 \text{ fotos} \rightarrow 1 \text{ s} \\ 320 \text{ fotos} \rightarrow y \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{y = 20 \text{ s}}$

O movimento da borboleta será visto, na projeção, **mais lento** do que ocorreu na realidade, pois será projetado com velocidade menor (16 fotos/segundo) do que foi filmado (64 fotos/segundo).

P.56 a) $s_{rel.} = v_{rel.} \cdot t \Rightarrow 0{,}500 = (60 - 40) \cdot t \Rightarrow t = \frac{0{,}500}{20}$ h $\Rightarrow \boxed{t = 0{,}025 \text{ h}}$

b) $s_{rel.} = v_{rel.} \cdot t \Rightarrow 0{,}500 = (60 + 40) \cdot t \Rightarrow t = \frac{0{,}500}{100}$ h $\Rightarrow \boxed{t = 0{,}005 \text{ h}}$

P.57 $s_1 = 40t$ (s_1 em quilômetros e t em horas)

$s_2 = 60\left(t - \frac{1}{3}\right)$ (s_2 em quilômetros e t em horas)

No encontro, temos:

$$s_1 = s_2 \Rightarrow 40t = 60\left(t - \frac{1}{3}\right) \Rightarrow t = 1 \text{ h}$$

Portanto, o encontro ocorre depois de 1 h da saída do 1º trem e após $\boxed{40 \text{ min}}$ da saída do 2º trem.

P.58 A velocidade do trem maior em relação ao trem menor é $v_{rel.} = 2v + v = 3v$.
Em relação à pessoa do trem menor, um ponto do trem maior percorre 90 m durante a passagem.
Portanto: $s_{rel.} = v_{rel.} \cdot t \Rightarrow 90 = 3v \cdot 2 \Rightarrow v = 15$ m/s
A velocidade do trem menor, em relação ao solo, é: $\boxed{2v = 30 \text{ m/s}}$

P.59 a) Intervalo de tempo para que o projétil atinja o cometa:

$$\Delta t = \frac{D}{\frac{3v}{2}} \Rightarrow \Delta t = \frac{2D}{3v}$$

Distância percorrida pela sonda nesse intervalo:

$$\Delta S = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta S = v \cdot \frac{2D}{3v} \Rightarrow \Delta S = \frac{2D}{3}$$

Portanto: $x = D - \frac{2D}{3} \Rightarrow \boxed{x = \frac{D}{3}}$

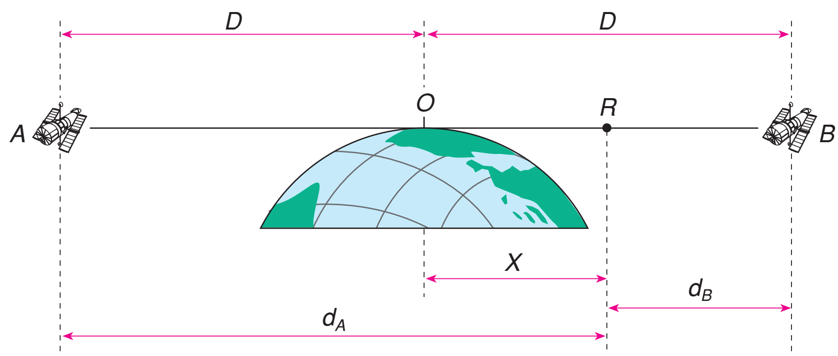
b) Da figura dada, o percurso (d) da sonda a partir do instante em que ocorre o impacto é dado por:

$$x^2 = \left(\frac{D}{5}\right)^2 + d^2 \Rightarrow \left(\frac{D}{3}\right)^2 = \left(\frac{D}{5}\right)^2 + d^2 \Rightarrow d = \frac{4D}{15}$$

Portanto, o instante (t) pedido será:

$$t = \frac{2D}{3v} + \frac{\frac{4D}{15}}{v} \Rightarrow \boxed{t = \frac{14D}{15v}}$$

P.60 a) Sendo $\Delta t_A > \Delta t_B$, concluímos que o receptor R está mais próximo do satélite B, conforme a figura:



De $\Delta s = v \cdot \Delta t$, temos:

$d_A = c \cdot \Delta t_A \Rightarrow d_A = 3{,}0 \cdot 10^5 \cdot 68{,}5 \cdot 10^{-3}$ km $\Rightarrow d_A = 205{,}5 \cdot 10^2$ km

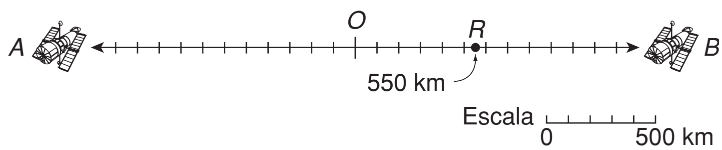
$d_B = c \cdot \Delta t_B \Rightarrow d_B = 3{,}0 \cdot 10^5 \cdot 64{,}8 \cdot 10^{-3}$ km $\Rightarrow d_B = 194{,}4 \cdot 10^2$ km

Mas: $d_A + d_B = 2D \Rightarrow (205{,}5 + 194{,}4) \cdot 10^2 = 2D \Rightarrow \boxed{D \simeq 200{,}0 \cdot 10^2 \text{ km}}$

b) $D + X = d_A \Rightarrow X = d_A - D \Rightarrow X = 205{,}5 \cdot 10^2 - 200{,}0 \cdot 10^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{X = 5{,}5 \cdot 10^2 \text{ km}}$

c)



P.61 $\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{360 \text{ km/h}}{25 \text{ s}} \Rightarrow \alpha_m = 14{,}4 \frac{\text{km/h}}{\text{s}}$

ou

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \alpha_m = \frac{\frac{360}{3{,}6} - 0}{25} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 4 \text{ m/s}^2}$$

P.62 Em cada segundo a velocidade do corpo aumenta de 1,6 m/s. Portanto:

$t_0 = 0 \Rightarrow v_0 = 0$

$t_1 = 1 \text{ s} \Rightarrow v_1 = 1{,}6 \text{ m/s}$

$t_2 = 2 \text{ s} \Rightarrow v_2 = (1{,}6 + 1{,}6) \text{ m/s} = 3{,}2 \text{ m/s}$

$t_3 = 3 \text{ s} \Rightarrow v_3 = (3{,}2 + 1{,}6) \text{ m/s} = 4{,}8 \text{ m/s}$

$t_4 = 4 \text{ s} \Rightarrow v_4 = (4{,}8 + 1{,}6) \text{ m/s} = 6{,}4 \text{ m/s}$

P.63

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \alpha_m = \frac{0 - 108}{5} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = -21{,}6 \frac{\text{km/h}}{\text{s}}}$$

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \alpha_m = \frac{0 - \frac{108}{3{,}6}}{5} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = -6 \text{ m/s}^2}$$

P.64 a) O movimento é variado, pois a velocidade escalar varia no decurso do tempo.

b) Da tabela, observamos que, no instante $t = 0$, a velocidade inicial do móvel é:

$\boxed{v_0 = -18 \text{ m/s}}$

c) • De 0 s a 4 s: o movimento é retardado, pois o módulo da velocidade diminui no decurso do tempo.

• De 7 s a 9 s: o movimento é acelerado, pois o módulo da velocidade aumenta no decurso do tempo.

d) • De 0 s a 3 s: $\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-9 - (-18)}{3} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 3 \text{ m/s}^2}$

• De 4 s a 7 s: $\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 - (-6)}{3} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 3 \text{ m/s}^2}$

• De 6 s a 9 s: $\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{9 - 0}{3} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 3 \text{ m/s}^2}$

P.65 a) Da tabela, observamos que, no instante $t = 0$, a velocidade inicial do móvel é:

$$\boxed{v_0 = 3{,}0 \text{ m/s}}$$

b) Movimento progressivo, isto é, $v > 0$: $0 \leqslant t < 6$ s
Movimento retrógrado, isto é, $v < 0$: $6 \text{ s} < t \leqslant 10$ s

c) Movimento acelerado, isto é, $|v|$ cresce com o tempo: $6 \text{ s} < t \leqslant 10$ s
Movimento retardado, isto é, $|v|$ decresce com o tempo: $0 \leqslant t < 6$ s

d) O móvel muda de sentido no instante em que $v = 0$, isto é, em $t = 6$ s.

P.66 a) $t_0 = 0 \Rightarrow \boxed{v_0 = 3 \text{ km/h}}$

b) Comparando $v = 3 - 2t$ (v em km/h e t em h) com $v = v_0 + \alpha t$, concluímos que:

$$\boxed{\alpha = -2 \text{ km/h}^2}$$

c) $t = 1 \text{ h} \Rightarrow v = 3 - 2 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{v = 1 \text{ km/h}}$

d) $v = 0 \Rightarrow 0 = 3 - 2t \Rightarrow \boxed{t = 1{,}5 \text{ h}}$

P.67 a) Comparando $v = 10 + 5t$ (v em m/s e t em s) com $v = v_0 + \alpha t$, vem:

$$\boxed{v_0 = 10 \text{ m/s}} \quad \text{e} \quad \boxed{\alpha = 5 \text{ m/s}^2}$$

b) $v = 0 \Rightarrow 0 = 10 + 5t \Rightarrow t = -2$ s
Logo, não há mudança de sentido após o instante $t = 0$.

P.68 a) O movimento é uniforme, pois, das posições *A* a *D*, o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

b) O movimento é acelerado, pois, das posições *D* a *F*, o móvel percorre, em intervalos de tempo iguais, distâncias cada vez maiores.

c) O movimento é retardado, pois, das posições *F* a *J*, o móvel percorre, em intervalos de tempo iguais, distâncias cada vez menores.

P.69 a), b) Comparando $s = 13 - 2t + \frac{2,5}{2}t^2$ (s em centímetros e t em segundos)

com $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$, vem: $\boxed{v_0 = -2 \text{ cm/s}}$ e $\boxed{\alpha = 2,5 \text{ cm/s}^2}$

c) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = -2 + 2,5t$ (v em cm/s e t em segundos)

$v = 0 \Rightarrow 0 = -2 + 2,5t \Rightarrow \boxed{t = 0,8 \text{ s}}$

De $s = 13 - 2t + \frac{2,5}{2}t^2$, vem:

$t = 0,8 \text{ s} \Rightarrow s = 13 - 2 \cdot 0,8 + \frac{2,5}{2} \cdot (0,8)^2 \Rightarrow \boxed{s = 12,2 \text{ cm}}$

P.70 Comparando $s = 0,25 + 0,75t - t^2$ (s em centímetros e t em segundos) com $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$, vem:

a) $\boxed{s_0 = 0,25 \text{ cm}}$ b) $\boxed{v_0 = 0,75 \text{ cm/s}}$ c) $\boxed{\alpha = -2 \text{ cm/s}^2}$

d) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow \boxed{v = 0,75 - 2t}$ (v em cm/s e t em segundos)

e) $v = 0 \Rightarrow 0 = 0,75 - 2t \Rightarrow \boxed{t = 0,375 \text{ s}}$

P.71 Comparando $v = 6 - 3t$ (v em m/s e t em segundos) com $v = v_0 + \alpha t$, vem:

a) $\boxed{v_0 = 6 \text{ m/s}}$ b) $\boxed{\alpha = -3 \text{ m/s}^2}$

c) $v = 0 \Rightarrow 0 = 6 - 3t \Rightarrow \boxed{t = 2 \text{ s}}$

d) $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$\boxed{s = 15 + 6t - \frac{3t^2}{2}}$ (s em metros e t em segundos)

P.72 Comparando $v = -8 + 2t$ (v em m/s e t em segundos) com $v = v_0 + \alpha t$, vem:

a) $\boxed{v_0 = -8 \text{ m/s}}$ b) $\boxed{\alpha = 2 \text{ m/s}^2}$

c) $v = 0 \Rightarrow 0 = -8 + 2t \Rightarrow \boxed{t = 4 \text{ s}}$

d) $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$\boxed{s = 5 - 8t + t^2}$ (s em metros e t em segundos)

P.73 Sendo $s_0 = 0$, $v_0 = 25$ m/s e $\alpha = 12$ m/s^2, vem:

$s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow \boxed{s = 25t + 6t^2}$ (s em metros e t em segundos)

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow \boxed{v = 25 + 12t}$ (v em m/s e t em segundos)

P.74 a) Sendo $s_0 = 0$, $v_0 = 10$ m/s e $\alpha = -2{,}5$ m/s^2, vem:

$s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow \boxed{s = 10t - \dfrac{2{,}5t^2}{2}}$ (s em metros e t em segundos)

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow \boxed{v = 10 - 2{,}5t}$ (v em m/s e t em segundos)

b) $s = 0 \Rightarrow 0 = 10t - 1{,}25t^2 \Rightarrow t = 0$ ou $\boxed{t = 8\text{ s}}$

c) $v = 0 \Rightarrow 0 = 10 - 2{,}5t \Rightarrow \boxed{t = 4\text{ s}}$

P.75 a) Da tabela, tiramos:

$v_0 = 21$ m/s e $\alpha = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{18 - 21}{1 - 0} \Rightarrow \alpha = -3$ m/s^2

Sendo $s_0 = 36$ m, vem:

$s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow \boxed{s = 36 + 21t - \dfrac{3t^2}{2}}$ (s em metros e t em segundos)

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow \boxed{v = 21 - 3t}$ (v em m/s e t em segundos)

b) $v = 0 \Rightarrow 0 = 21 - 3t \Rightarrow \boxed{t = 7\text{ s}}$

c) $t = 7\text{ s} \Rightarrow s = 36 + 21 \cdot 7 - \dfrac{3 \cdot 7^2}{2} \Rightarrow \boxed{s = 109{,}5\text{ m}}$

P.76 a) No encontro, temos:

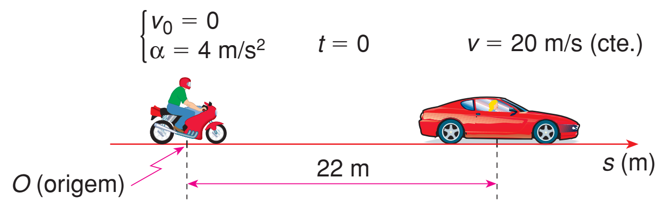
$s_1 = s_2 \Rightarrow -2 + 6t = 4 - 3t + 3t^2 \Rightarrow 3t^2 - 9t + 6 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow t^2 - 3t + 2 = 0 \Rightarrow \boxed{t' = 1\text{ s}}$ e $\boxed{t'' = 2\text{ s}}$

b) • $t' = 1\text{ s} \Rightarrow s' = -2 + 6 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{s' = 4\text{ m}}$

• $t'' = 2\text{ s} \Rightarrow s'' = -2 + 6 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s'' = 10\text{ m}}$

P.77 a) • Moto (MUV):



$$s_M = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

$$s_M = 0 + 0 \cdot t + \frac{4t^2}{2}$$

$s_M = 2t^2$ (s em metros e t em segundos)

• Carro (MU):

$s_C = s_0 + vt$

$s_C = 22 + 20t$ (s em metros e t em segundos)

No encontro, temos:

$$s_M = s_C \Rightarrow 2t^2 = 22 + 20t \Rightarrow t^2 - 10t - 11 = 0 \Rightarrow t = -1 \text{ s ou } \boxed{t = 11 \text{ s}}$$

b) $s_M = 2t^2 \Rightarrow s_M = 2 \cdot 11^2 \Rightarrow \boxed{s_M = 242 \text{ m}}$

c) $v_M = v_0 + \alpha t \Rightarrow v_M = 0 + 4 \cdot 11 \Rightarrow \boxed{v = 44 \text{ m/s}}$ (158,4 km/h)

P.78 a) $v_m = \dfrac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_m = \dfrac{10 + 25}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 17{,}5 \text{ m/s}}$

b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 17{,}5 = \dfrac{\Delta s}{5} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 87{,}5 \text{ m}}$

P.79 a) $t_1 = 2 \text{ s} \Rightarrow v_1 = 6 + 8 \cdot 2 \Rightarrow v_1 = 22 \text{ m/s}$

$t_2 = 10 \text{ s} \Rightarrow v_2 = 6 + 8 \cdot 10 \Rightarrow v_2 = 86 \text{ m/s}$

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_m = \frac{22 + 86}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 54 \text{ m/s}}$$

b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 54 = \dfrac{\Delta s}{8} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 432 \text{ m}}$

P.80 $v_m = \dfrac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_m = \dfrac{10 + 15}{2} \Rightarrow v_m = 12{,}5 \text{ m/s}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{L_{carro} + L_{ponte}}{\Delta t} \Rightarrow 12{,}5 \Rightarrow \frac{4 + L_{ponte}}{4} \Rightarrow \boxed{L_{ponte} = 46 \text{ m}}$$

P.81 $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$20^2 = 0 + 2 \cdot 5 \cdot \Delta s \Rightarrow \boxed{\Delta s = 40 \text{ m}}$

P.82 $v^2 = v_0^2 + 2\alpha \cdot \Delta s$

$0^2 = 12^2 + 2\alpha \cdot 9{,}0$

$\alpha = -8{,}0\ \text{m/s}^2$

$\boxed{|\alpha| = 8{,}0\ \text{m/s}^2}$

P.83 $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$

$20^2 = 0 + 2\alpha \cdot 100 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2\ \text{m/s}^2}$

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 20 = 2t \Rightarrow \boxed{t = 10\ \text{s}}$

P.84 $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = v_0^2 + 2 \cdot (-1) \cdot 18 \Rightarrow \boxed{v_0 = 6\ \text{m/s}}$

P.85 Vamos calcular a aceleração escalar α, aplicando a equação de Torricelli entre as posições *A* e *B*.

Sendo $v_A = 72$ km/h $= 20$ m/s e $v_B = 36$ km/h $= 10$ m/s, vem:

$v_B^2 = v_A^2 + 2\alpha\Delta s_{AB} \Rightarrow 10^2 = 20^2 + 2\alpha \cdot 150 \Rightarrow \alpha = -1{,}0\ \text{m/s}^2$

Do local *B* até o carro parar temos, novamente pela equação de Torricelli:

$v^2 = v_B^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0^2 = 10^2 + 2 \cdot (-1{,}0) \cdot \Delta s \Rightarrow \Delta s = 50\ \text{m}$

P.86 a) $v = v_0 + \alpha t$

$0 = 10 + (-5) \cdot t \Rightarrow t = 2\ \text{s}$

$\boxed{\text{Tempo total} = 2\ \text{s} + 0{,}7\ \text{s} = 2{,}7\ \text{s}}$

b) $\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2$

Cálculo de Δs_1 (MU): $\Delta s_1 = v \cdot \Delta t_1 = 10 \cdot 0{,}7 \Rightarrow \Delta s_1 = 7\ \text{m}$

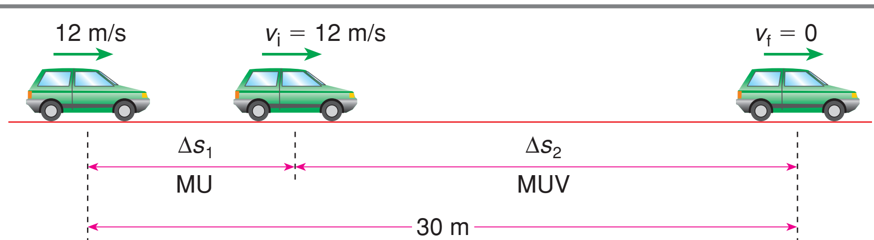
Cálculo de Δs_2 (MUV):

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s_2 \Rightarrow 0 = 10^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_2 = 10\ \text{m}$

Cálculo da distância percorrida:

$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 17\ \text{m}}$

P.87 a)



$\Delta s_1 = v \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s_1 = 12\ \text{m/s} \cdot 0{,}5\ \text{s} \Rightarrow \Delta s_1 = 6\ \text{m}$

$\Delta s_2 = 30\ \text{m} - 6{,}0\ \text{m} \Rightarrow \Delta s_2 = 24\ \text{m}$

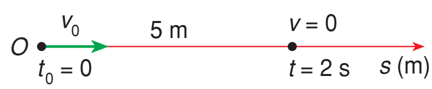
$v_f^2 = v_i^2 + 2\alpha\Delta s_2 \Rightarrow 0 = 12^2 + 2 \cdot \alpha \cdot 24 \Rightarrow \alpha = -3{,}0\ \text{m/s}^2 \Rightarrow \boxed{|\alpha| = 3{,}0\ \text{m/s}^2}$

b) Neste caso, o automóvel deve acelerar e percorrer 24 m em MUV, durante 1,7 s (2,2 s − 0,5 s).

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{\alpha}{2}t^2 \Rightarrow 24 = 0 + 12 \cdot 1{,}7 + \frac{\alpha}{2} \cdot (1{,}7)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 24 = 20{,}4 + \frac{\alpha}{2} \cdot 3{,}0 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2{,}4\ \text{m/s}^2}$$

P.88



$$\frac{v + v_0}{2} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\frac{0 + v_0}{2} = \frac{5}{2}$$

$$\boxed{v_0 = 5\ \text{m/s}}$$

P.89 a) De $s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ e sendo $s_0 = 0$, $s = 20$ m, $v_0 = 0$ e $t = 4{,}0$ s, vem:

$$20 = \frac{1}{2}\alpha \cdot (4{,}0)^2 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2{,}5\ \text{m/s}^2}$$

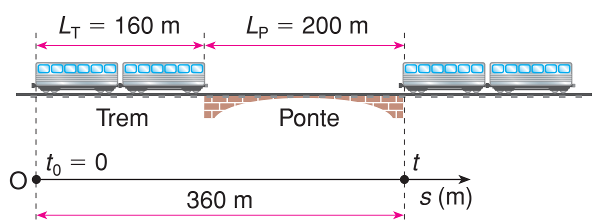
b) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 2{,}5 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{v = 10\ \text{m/s}}$

c) Após o instante $t_1 = 4{,}0$ s, o corredor mantém a velocidade $v = 10$ m/s, percorrendo $\Delta s = 80$ m. Seja t_2 o instante em que o corredor completa a prova.

De $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$, vem:

$$10 = \frac{80}{t_2 - 4{,}0} \Rightarrow \boxed{t_2 = 12\ \text{s}}$$

P.90 a) $s = \dfrac{\alpha t^2}{2}$



$$360 = \frac{0{,}8t^2}{2}$$

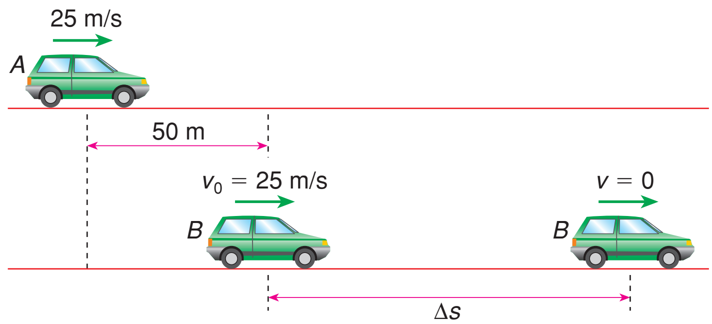
$$t^2 = 900$$

$$\boxed{t = 30\ \text{s}}$$

b) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 0{,}8 \cdot 30 \Rightarrow \boxed{v = 24\ \text{m/s}}$

P.91 a) $\Delta s = v \cdot \Delta t = \frac{90}{3,6}\ \frac{m}{s} \cdot 2,0\ s \Rightarrow \boxed{\Delta s = 50\ m}$

b)



Carro da frente:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = (25)^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s \Rightarrow \Delta s = 62,5\ m$

Carro de trás:

Devido ao tempo de reação, o carro *A* percorre 25 m/s · 0,50 s = 12,5 m. Quando começa a frear, ele deve percorrer Δs = 50 m + 62,5 m − 12,5 m = 100 m até encontrar *B*.

Pela equação de Torricelli, temos:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = (25)^2 + 2\alpha \cdot 100 \Rightarrow \alpha \simeq -3,1\ m/s^2 \Rightarrow \boxed{|\alpha| \simeq 3,1\ m/s^2}$

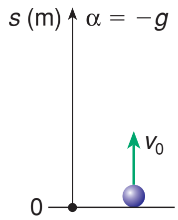
P.92 Sendo v_0 = 90 km/h = 25 m/s, v = 0 e $\alpha = -5,0\ m/s^2$, pela equação de Torricelli temos:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = 25^2 = 2 \cdot 5,0 \cdot \Delta s \Rightarrow 10 \cdot \Delta s = 625 \Rightarrow \Delta s = 62,5\ m$

Como desde o instante em que o motorista percebeu o cavalo até o início da frenagem ele percorreu *d* = 15 m, a distância *x* a que ele percebeu a presença do animal deve ser no mínimo igual a:

$x = d + \Delta s = 15 + 62,5 \Rightarrow \boxed{x = 77,5\ m}$

P.93



a) $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$\boxed{s = 20t - 5t^2}$ (s em m e t em s)

$v = v_0 + \alpha t$

$\boxed{v = 20 - 10t}$ (v em m/s e t em s)

b) $v = 0 \Rightarrow 0 = 20 - 10 \cdot t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 2\text{ s}}$

c) $s = 20t - 5t^2 \Rightarrow h_{máx.} = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 20\text{ m}}$

d) $s = 20 \cdot 3 - 5 \cdot 3^2 \Rightarrow \boxed{s = 15\text{ m}}$

$t = 3\text{ s} > t_s = 2\text{ s}$, isto é, o projétil está **descendo**.
ou
$v = 20 - 10 \cdot 3 \Rightarrow v = -10\text{ m/s} < 0$
Portanto, o projétil está **descendo**.

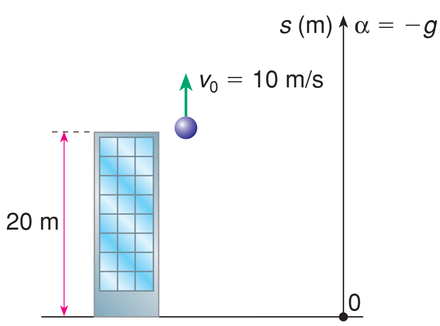
e) No instante em que o projétil volta ao solo, temos $s = 0$. Portanto:

$$0 = 20t - 5t^2 = t(20 - 5t) \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \text{ (instante inicial)} \\ \text{ou} \\ \boxed{t = 4\text{ s}} \text{ (chegada ao solo)} \end{cases}$$

Outra forma de se calcular o tempo de chegada do projétil ao solo (t) é:
$t = 2t_s = 2 \cdot 2\text{ s} \Rightarrow t = 4\text{ s}$
A velocidade com que o projétil chega ao solo é dada por:

$v = 20 - 10 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{v = -20\text{ m/s}}$; isto é: $v = -v_0$

P.94



a) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 10 - 10t$
Quando $v = 0$, temos:

$0 = 10 - 10 \cdot t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 1\text{ s}}$

b) $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$

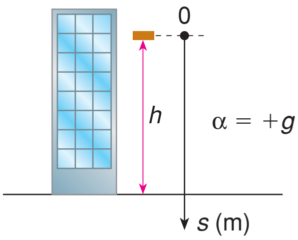
$s = 20 + 10t - 5t^2$ (SI)

Ao atingir o solo, temos $s = 0$:

$0 = 20 + 10t - 5t^2 \Rightarrow t \simeq -1{,}24\text{ s}$ ou $\boxed{t \simeq 3{,}24\text{ s}}$

c) $s = 20 + 10t - 5t^2 \Rightarrow h_{máx.} = 20 + 10 \cdot 1 - 5 \cdot 1^2 \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 25\text{ m}}$

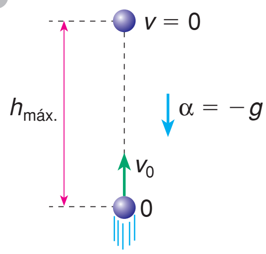
P.95 a) $s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow s = 5t^2$



Para $t = 2$ s, temos: $h = 5 \cdot 2^2 \Rightarrow \boxed{h = 20 \text{ m}}$

b) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v = 20 \text{ m/s}}$

P.96



$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot (-g)\Delta s \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2gh_{máx.}$$

$$h_{máx.} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow \begin{cases} (h_{máx.})_{Terra} = \dfrac{v_0^2}{2g_T} \\ (h_{máx.})_{Lua} = \dfrac{v_0^2}{2g_L} \end{cases}$$

$$\frac{(h_{máx.})_{Terra}}{(h_{máx.})_{Lua}} = \frac{g_L}{g_T} = \frac{g_L}{6g_L} = \frac{1}{6} \Rightarrow \boxed{\frac{(h_{máx.})_{Terra}}{(h_{máx.})_{Lua}} = \frac{1}{6}}$$

P.97 a) $s_1 = 30t - 5t^2$ (SI)

$s_2 = 30(t - 3) - 5(t - 3)^2$ (SI)

No encontro, temos:

$s_1 = s_2 \Rightarrow 30t - 5t^2 = 30(t - 3) - 5(t - 3)^2 \Rightarrow \boxed{t = 4{,}5 \text{ s}}$

Posição de encontro:

$s_1 = 30 \cdot 4{,}5 - 5 \cdot (4{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{s_1 = 33{,}75 \text{ m}}$

b) Como $v = v_0 + \alpha t$, vem:

$v_1 = 30 - 10t \Rightarrow v_1 = 30 - 10 \cdot 4{,}5 \Rightarrow \boxed{v_1 = -15 \text{ m/s (descendo)}}$

$v_2 = 30 - 10(t - 3) \Rightarrow v_2 = 30 - 10 \cdot (4{,}5 - 3) \Rightarrow \boxed{v_2 = +15 \text{ m/s (subindo)}}$

P.98

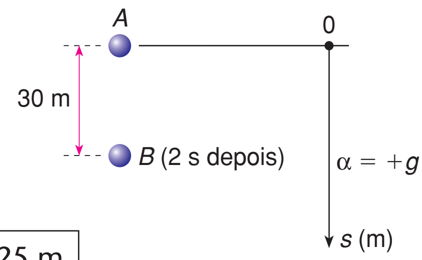
$s_A = 5t^2$

$s_B = 30 - 5(t - 2)^2$

No encontro, temos $s_A = s_B$, então vem:

$5t^2 = 30 - 5(t - 2)^2 \Rightarrow \boxed{t = 2{,}5\ \text{s}}$

Posição de encontro: $s_A = 5 \cdot (2{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{s_A = 31{,}25\ \text{m}}$



P.99

a) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = v_0 - 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v_0 = 20\ \text{m/s}}$

b) $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = 20^2 - 2 \cdot 10 \cdot h_{máx.} \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 20\ \text{m}}$

P.100

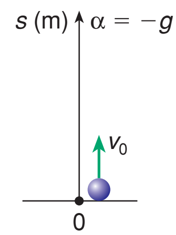
a) Como $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$, vem:

$0 = 16^2 - 2 \cdot 10 \cdot h_{máx.} \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 12{,}8\ \text{m}}$

b) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 16 - 10 \cdot t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 1{,}6\ \text{s}}$

c) $s = 16t - 5t^2 \Rightarrow s = 16 \cdot 3 - 5 \cdot 3^2 \Rightarrow \boxed{s = 3\ \text{m}}$

$v = 16 - 10t \Rightarrow v = 16 - 10 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{v = -14\ \text{m/s (descendo)}}$



P.101

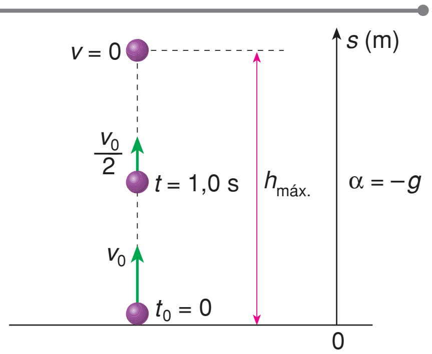
De $v = v_0 + \alpha t$, temos:

$\frac{v_0}{2} = v_0 - 10 \cdot 1{,}0$

$v_0 = 20\ \text{m/s}$

De $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$, vem:

$0 = (20)^2 + 2 \cdot (-10) \cdot h_{máx.} \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 20\ \text{m}}$

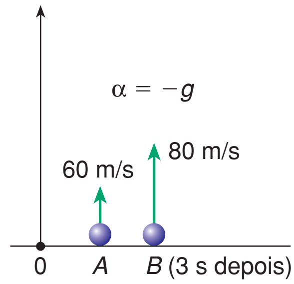


P.102 a) $s_A = 60t - 5t^2$ (SI) $s_B = 80(t - 3) - 5(t - 3)^2$ (SI)

No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 60t - 5t^2 = 80(t - 3) - 5(t - 3)^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow t = 5{,}7$ s



Assim, o encontro ocorre 5,7 s após a partida de A e $\boxed{2{,}7\text{ s}}$ após a partida de B.

Posição de encontro:

$s_A = 60 \cdot 5{,}7 - 5 \cdot (5{,}7)^2 \Rightarrow \boxed{s_A \simeq 180\text{ m}}$

b) $v_A = 60 - 10 \cdot t \Rightarrow v_A = 60 - 10 \cdot 5{,}7 \Rightarrow \boxed{v_A = 3\text{ m/s} = 10{,}8\text{ km/h}}$

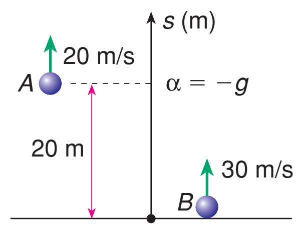
$v_B = 80 - 10(t - 3) \Rightarrow v_B = 80 - 10(5{,}7 - 3) \Rightarrow \boxed{v_B = 53\text{ m/s} = 190{,}8\text{ km/h}}$

P.103 a) $s_A = 20 + 20t - 5t^2$ (SI)

$s_B = 30t - 5t^2$ (SI)

No encontro, temos $s_A = s_B$, então:

$20 + 20t - 5t^2 = 30t - 5t^2 \Rightarrow \boxed{t = 2\text{ s}}$



b) $s_A = 20 + 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 \Rightarrow \boxed{s_A = 40\text{ m}}$

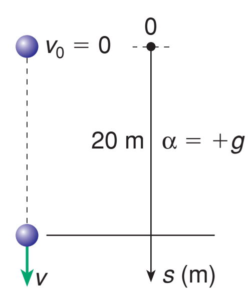
c) $v_A = 20 - 10t \Rightarrow v_A = 20 - 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v_A = 0}$

$v_B = 30 - 10t \Rightarrow v_B = 30 - 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v_B = 10\text{ m/s}}$

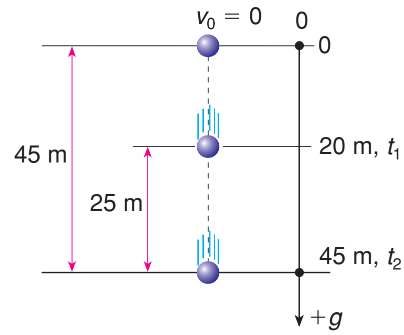
P.104 a) Como $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$, temos:

$v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{v = 20\text{ m/s}}$

b) $v_m = \dfrac{v_0 + v}{2} = \dfrac{0 + 20}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 10\text{ m/s}}$



P.105



$s = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow s = 5{,}0t^2$

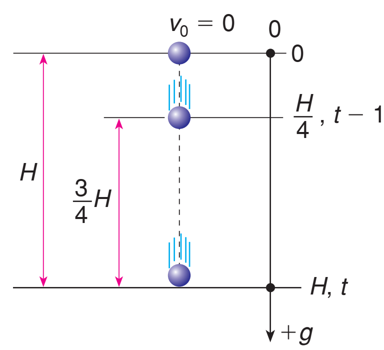
$s_2 = 45 \text{ m} \Rightarrow 45 = 5{,}0 \cdot (t_2)^2 \Rightarrow t_2 = 3{,}0 \text{ s}$

$s_1 = 20 \text{ m} \Rightarrow 20 = 5{,}0 \cdot (t_1)^2 \Rightarrow t_1 = 2{,}0 \text{ s}$

Portanto, o tempo gasto para o corpo percorrer os últimos 25 m é de:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow \boxed{\Delta t = 1{,}0 \text{ s}}$$

P.106



a) $s = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow s = 5{,}0t^2 \Rightarrow H = 5{,}0t^2$ ①

$\frac{H}{4} = 5{,}0(t-1)^2$ ②

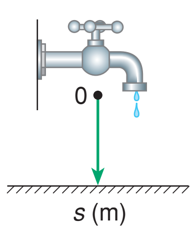
Dividindo ① por ②, vem:

$$\frac{H}{\frac{H}{4}} = \frac{5{,}0t^2}{5{,}0(t-1)^2} \Rightarrow 4 = \frac{t^2}{(t-1)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{t}{t-1} \Rightarrow \boxed{t = 2{,}0 \text{ s}}$$

b) Em ①: $H = 5{,}0 \cdot (2{,}0)^2 \Rightarrow \boxed{H = 20 \text{ m}}$

P.107



a) Dados: $v_0 = 0$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $v = ?$ para $\Delta s = 1{,}0 \text{ m}$

Pela equação de Torricelli, vem:

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow v^2 = 2g\Delta s \Rightarrow v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1{,}0 \Rightarrow$

$\Rightarrow v^2 = 20 \Rightarrow \boxed{v \simeq 4{,}5 \text{ m/s}}$

b) O intervalo de tempo entre a batida de duas gotas consecutivas no solo é igual ao intervalo entre a saída de duas gotas consecutivas da torneira. Como saem 3 gotas por minuto, entre a 1ª e a 2ª, entre a 2ª e a 3ª e entre a 3ª e a 4ª há 3 intervalos de 20 s, perfazendo 60 s ou 1 min. Observe que, ao sair a 4ª gota, começa a contagem do segundo minuto. Portanto, entre a saída ou entre a chegada de duas gotas consecutivas ao solo, há o intervalo: $\boxed{\Delta t = 20 \text{ s}}$

P.108 a) A condição para que três bolas permaneçam no ar ao mesmo tempo é que o malabarista esteja lançando a 4ª bola quando a 1ª bola lançada estiver voltando à sua mão.

Sendo 0,40 s o tempo entre duas bolas consecutivas, a 4ª bola é lançada no instante 1,2 s. Então a 1ª bola permaneceu no ar o intervalo de tempo: $\boxed{\Delta t = 1{,}2 \text{ s}}$

b) Após o instante de lançamento ($t_0 = 0$), a bola alcança o ponto mais alto em metade do tempo total, isto é, no instante $t = \frac{\Delta t}{2} = \frac{1{,}2 \text{ s}}{2} = 0{,}60$ s, quando sua velocidade é zero ($v = 0$). Assim para $\alpha = -g = -10$ m/s^2, vem:

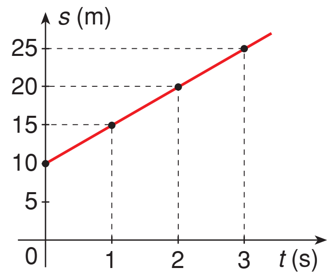
$$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = v_0 - 10 \cdot 0{,}60 \Rightarrow \boxed{v_0 = 6{,}0 \text{ m/s}}$$

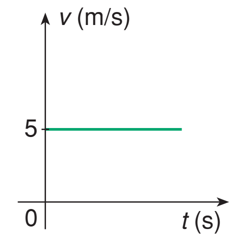
c) Para a altura máxima: $s = H$ quando $t = 0{,}60$ s. Temos $s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$, com $\alpha = -g = -10$ m/s^2. Daí:

$$H = 6{,}0 \cdot 0{,}60 - 5 \cdot (0{,}60)^2 \Rightarrow H = 3{,}6 - 1{,}8 \Rightarrow \boxed{H = 1{,}8 \text{ m}}$$

P.109 a) $s = 10 + 5t$ (s em metros e t em segundos)

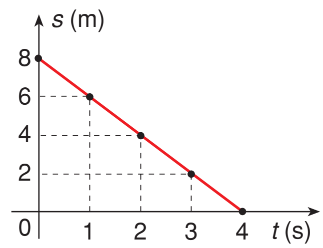
t (s)	s (m)
0	10
1	15
2	20
3	25

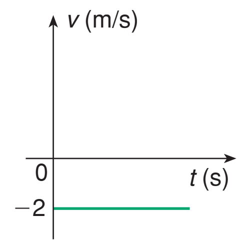




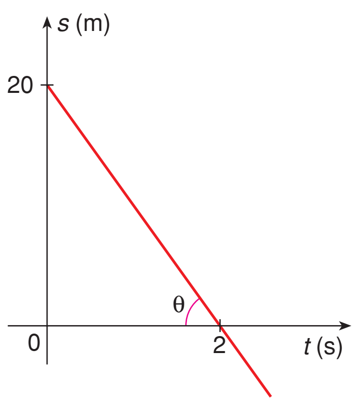
b) $s = 8 - 2t$ (s em metros e t em segundos)

t (s)	s (m)
0	8
1	6
2	4
3	2
4	0





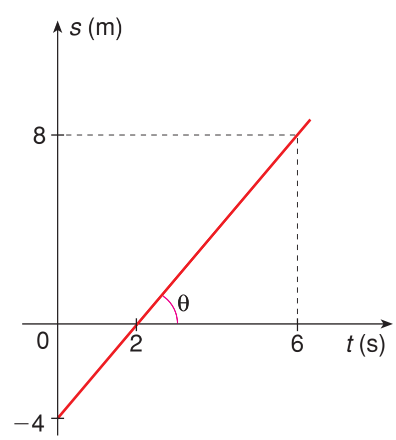
P.110 a)



$$\text{tg } \theta = \frac{20}{2} = 10$$

$$\boxed{v = -10 \text{ m/s}}$$

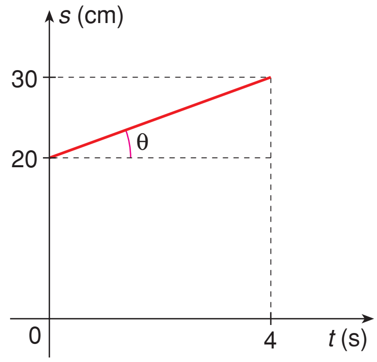
b)



$$\text{tg } \theta = \frac{8}{4} = 2$$

$$\boxed{v = +2 \text{ m/s}}$$

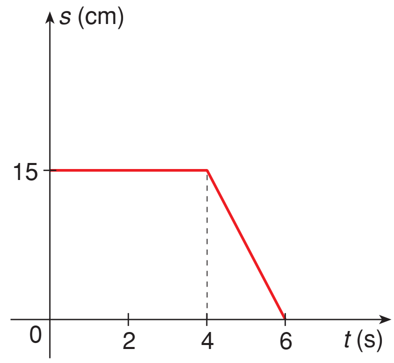
c)



$$\text{tg } \theta = \frac{10}{4} = 2{,}5$$

$$\boxed{v = +2{,}5 \text{ cm/s}}$$

d)



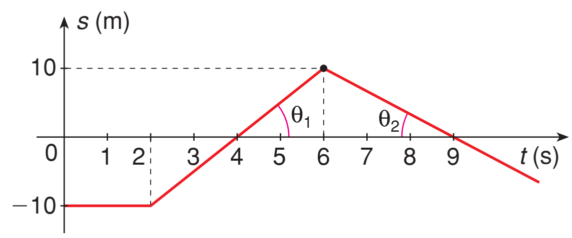
$\boxed{v = 0 \text{ (repouso, no intervalo de tempo de 0 a 4 s)}}$

P.111 a) Quando $t = 0$, temos: $\boxed{s_0 = -10 \text{ m}}$

b) Entre 0 e 2 s, o espaço s é constante, ou seja, o ponto material está em **repouso**.

c) Quando $s = 0$, temos: $\boxed{t_1 = 4 \text{ s e } t_2 = 9 \text{ s}}$

d)



De 2 s a 6 s temos um MU e, portanto, a velocidade v é constante:

$$\text{tg } \theta_1 = \frac{10}{2} = 5$$

Logo:

$$\boxed{v_1 = 5 \text{ m/s}}$$

De 6 s a 9 s temos outro MU:

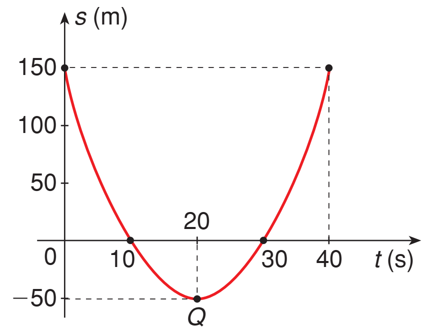
$\text{tg } \theta_2 = \dfrac{10}{3} \simeq 3{,}3$; logo: $\boxed{v_2 \simeq -3{,}3 \text{ m/s}}$

P.112 Área $= 10 \cdot 2 = 20$

Portanto: $\boxed{\Delta s = 20 \text{ m}}$

P.113 $s = 150 - 20t + 0{,}5t^2$ (s em metros e t em segundos)

t (s)	s (m)
0	150
10	0
20	−50
30	0
40	150

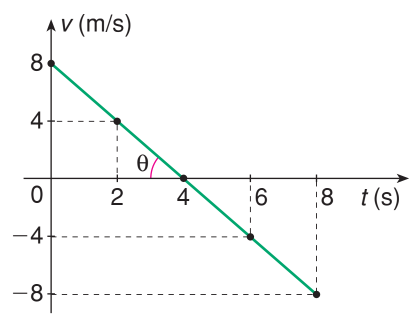


a) $v = 0$ no ponto Q (vértice da parábola). Portanto, o instante em que o móvel muda de sentido é: $\boxed{t = 20 \text{ s}}$

b) Quando $s = 0$, temos: $\boxed{t_1 = 10 \text{ s}}$ e $\boxed{t_2 = 30 \text{ s}}$

P.114 $v = 8 - 2t$ (v em m/s e t em s)

t (s)	v (m/s)
0	8
2	4
4	0
6	−4
8	−8

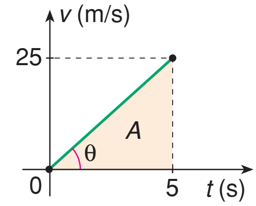


a) $\text{tg}\,\theta = \dfrac{8}{4} = 2$

Portanto: $\boxed{\alpha = -2 \text{ m/s}^2}$

b) Quando $v = 0$, temos: $\boxed{t = 4 \text{ s}}$

P.115 a) $\text{tg}\,\theta = \dfrac{25}{5} = 5 \Rightarrow \boxed{\alpha = 5\ \text{m/s}^2}$



b) Área $A = \dfrac{5 \cdot 25}{2} \Rightarrow A = 62{,}5$

Portanto: $\boxed{\Delta s = 62{,}5\ \text{m}}$

c) $\Delta s = s - s_0 \Rightarrow 62{,}5 = s - 15 \Rightarrow \boxed{s = 77{,}5\ \text{m}}$

P.116 $v = 0{,}5 - t$ (v em m/s e t em s)

t (s)	v (m/s)
0	0,5
0,5	0
1	−0,5

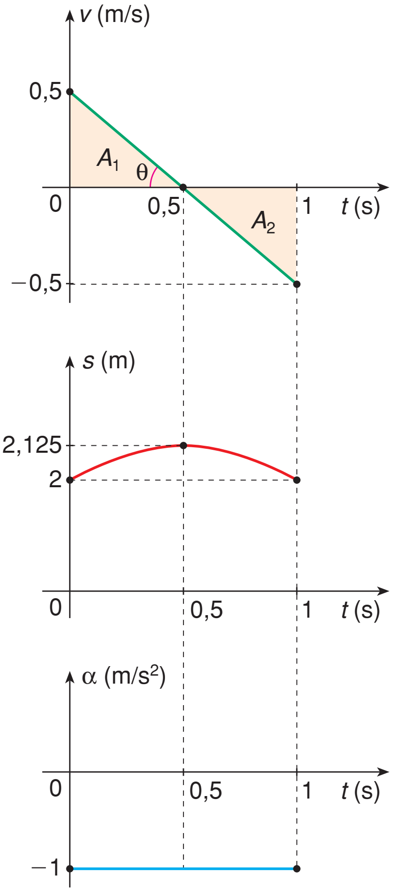
Com os valores da tabela, construímos o gráfico da velocidade em função do tempo. A partir desse gráfico calculamos as variações de espaço nos intervalos 0 a 0,5 s e 0,5 s a 1 s.

$A_1 = \dfrac{0{,}5 \cdot 0{,}5}{2} = 0{,}125$

Portanto: $\Delta s = +0{,}125$ m

$A_2 = \dfrac{0{,}5 \cdot 0{,}5}{2} = 0{,}125$

Portanto: $\Delta s = -0{,}125$ m



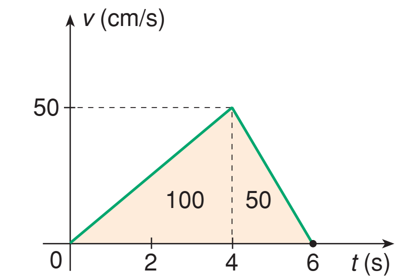
t (s)	s (m)
0	2
0,5	2 + 0,125 = 2,125
1	2,125 − 0,125 = 2

$\text{tg}\,\theta = \dfrac{0{,}5}{0{,}5} = 1$

Portanto: $\alpha = -1\ \text{m/s}^2$

P.117 a) A distância percorrida é numericamente igual à área no diagrama $v \times t$:

$$\boxed{d_{0 \mapsto 6} = 150 \text{ cm}}$$



b) De 0 a 4 s a velocidade escalar é crescente e, portanto, a aceleração escalar é positiva. Logo, no gráfico $s = f(t)$ de 0 a 4 s, temos um arco de parábola com concavidade para cima. De 4 s a 6 s, o arco de parábola tem concavidade para baixo, pois, sendo a velocidade escalar decrescente, a aceleração escalar é negativa.

$t = 0 \Rightarrow s = 0$

$t = 4 \text{ s} \Rightarrow s = 100 \text{ cm}$

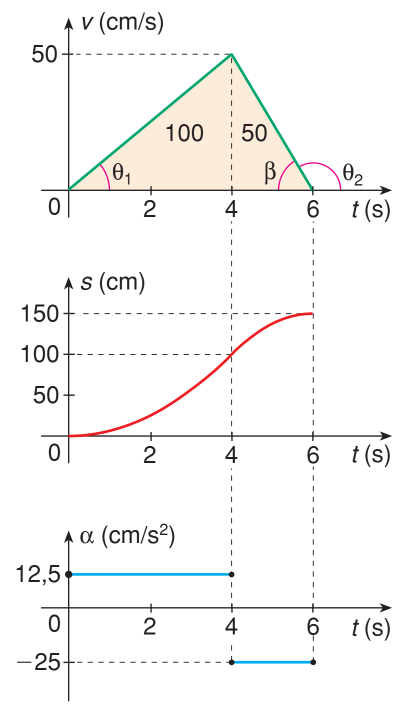
$t = 6 \text{ s} \Rightarrow s = 150 \text{ cm}$

$\text{tg } \theta_1 = \dfrac{50}{4} \Rightarrow \text{tg } \theta_1 = 12{,}5$

$\alpha_1 = 12{,}5 \text{ cm/s}^2$

$\text{tg } \theta_2 = -\text{tg } \beta = -\dfrac{50}{2} \Rightarrow \text{tg } \theta_2 = -25$

$\alpha_2 = -25 \text{ cm/s}^2$



P.118 $A_1 = 20t_1 \Rightarrow 14 = 20t_1 \Rightarrow t_1 = 0{,}7 \text{ h}$

$$A_2 = \frac{(t_2 - t_1) \cdot 20}{2}$$

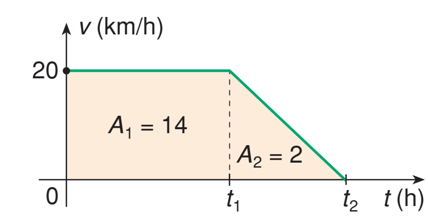
$$2 = \frac{(t_2 - 0{,}7) \cdot 20}{2}$$

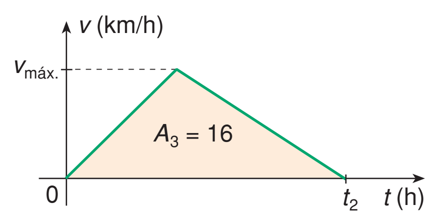
$t_2 = 0{,}9 \text{ h}$

$$A_3 = \frac{t_2 \cdot v_{máx.}}{2}$$

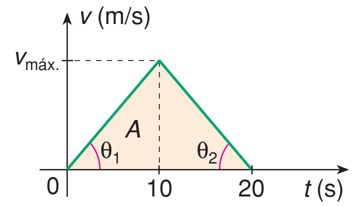
$$16 = \frac{0{,}9 \cdot v_{máx.}}{2}$$

$$\boxed{v_{máx.} \simeq 35{,}5 \text{ km/h}}$$





P.119 a) $A = \frac{20 \cdot v_{máx.}}{2}$



$500 = 10 \cdot v_{máx.}$

$\boxed{v_{máx.} = 50 \text{ m/s}}$

b) $\alpha_1 \overset{N}{=} \text{tg } \theta_1 = \frac{50}{10} = 5{,}0 \Rightarrow \boxed{\alpha_1 = 5{,}0 \text{ m/s}^2}$

$\alpha_2 \overset{N}{=} -\text{tg } \theta_2 = -\frac{50}{10} = -5{,}0 \Rightarrow \boxed{\alpha_2 = -5{,}0 \text{ m/s}^2}$

Portanto, o módulo das acelerações nas duas metades do percurso é $5{,}0 \text{ m/s}^2$.

P.120 $A = 5 \cdot 5 = 25$

Portanto: $\boxed{\Delta v = 25 \text{ m/s}}$

P.121 a) Repouso: s constante $\Rightarrow$ $\boxed{\text{intervalo } t_1 \text{ a } t_2}$

b) Movimento uniforme:

gráfico $s \times t$ reta inclinada em relação aos eixos $\Rightarrow$ intervalo t_3 a t_4

c) Intervalo t_2 a t_3:

s cresce com $t \Rightarrow v > 0$; concavidade para cima $\Rightarrow \alpha > 0$

Logo, o **movimento** é **progressivo** e **acelerado**.

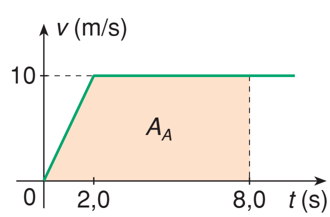
d) Intervalo 0 a t_1:

s cresce com $t \Rightarrow v > 0$; concavidade para baixo $\Rightarrow \alpha < 0$

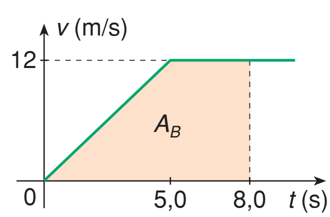
Logo, o **movimento** é **progressivo** e **retardado**.

P.122

Corredor A



Corredor B



$\Delta s_A \overset{N}{=} A_A = \frac{8{,}0 + 6{,}0}{2} \cdot 10$

$\Delta s_A = 70 \text{ m}$

$\Delta s_B \overset{N}{=} A_B = \frac{8{,}0 + 3{,}0}{2} \cdot 12$

$\Delta s_B = 66 \text{ m}$

Como $\Delta s_A > \Delta s_B$, temos que o corredor A lidera a competição na marca 8,0 s.

P.123 a) • **0 a 6 s:**

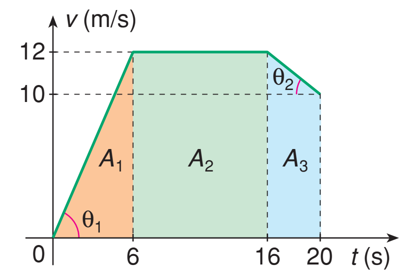
$$\text{tg } \theta_1 = \frac{12}{6} = 2 \Rightarrow \alpha_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

• **6 s a 16 s:**

$\alpha_2 = 0$

• **16 s a 20 s:**

$$\text{tg } \theta_2 = \frac{2}{4} = 0{,}5 \Rightarrow \alpha_3 = -0{,}5 \text{ m/s}^2$$



Logo, a menor aceleração, em módulo, ocorre no intervalo 6 s a 16 s.

b) O módulo da aceleração é máximo no intervalo 0 a 6 s.

c) $$\Delta s \overset{N}{=} A_1 + A_2 + A_3 = \frac{6 \cdot 12}{2} + 10 \cdot 12 + \frac{12 + 10}{2} \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\Delta s = 200 \text{ m}}$$

d) $$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{200}{20} \Rightarrow \boxed{v_m = 10 \text{ m/s}}$$

P.124 a) Cálculo de Δs_A e Δs_B até o instante $t = 15{,}0$ s:

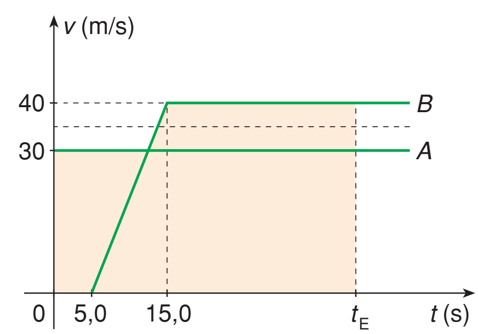
No gráfico $v = f(t)$ a variação de espaço é numericamente igual à área:

$$A_A = 15{,}0 \cdot 30 = 450$$

$$\Delta s_A = 450 \text{ m}$$

$$A_B = \frac{10{,}0 \cdot 40}{2} = 200$$

$$\Delta s_B = 200 \text{ m}$$



Logo:

$$d = \Delta s_A - \Delta s_B = 450 \text{ m} - 200 \text{ m} \Rightarrow \boxed{d = 250 \text{ m}}$$

b) No instante t_E de encontro, temos:

$$\Delta s_A = \Delta s_B$$

$$30 \cdot t_E = \frac{10{,}0 \cdot 40}{2} + 40 \cdot (t_E - 15{,}0)$$

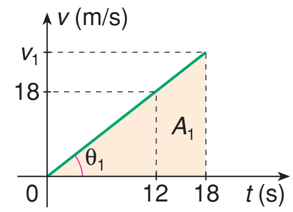
$$30t_E = 200 + 40t_E - 600$$

$$\boxed{t_E = 40{,}0 \text{ s}}$$

O veículo B alcança o veículo A 40,0 s após A passar pelo posto policial.

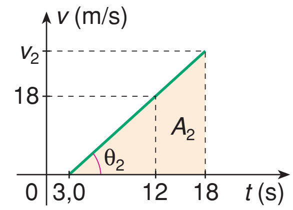
P.125 a) Móvel 1:

$$\text{tg } \theta_1 = \frac{18}{12} = 1{,}5 \Rightarrow \boxed{\alpha_1 = 1{,}5 \text{ m/s}^2}$$



Móvel 2:

$$\text{tg } \theta_2 = \frac{18}{9{,}0} = 2{,}0 \Rightarrow \boxed{\alpha_2 = 2{,}0 \text{ m/s}^2}$$



b) Móvel 1:

$v_1 = \alpha_1 \cdot t \Rightarrow v_1 = 1{,}5 \cdot 18 \Rightarrow v_1 = 27$ m/s

De 0 a 18 s o móvel 1 percorreu:

$$\Delta s_1 \overset{N}{=} A_1 \Rightarrow \Delta s_1 = \frac{18 \cdot 27}{2} \Rightarrow \Delta s_1 = 243 \text{ m}$$

Móvel 2:

$v_2 = \alpha_2(t - 3{,}0) \Rightarrow v_2 = 2{,}0(18 - 3{,}0) \Rightarrow v_2 = 30$ m/s

De 3,0 s a 18 s o móvel 2 percorreu:

$$\Delta s_2 \overset{N}{=} A_2 \Rightarrow \Delta s_2 = \frac{15 \cdot 30}{2} \Rightarrow \Delta s_2 = 225 \text{ m}$$

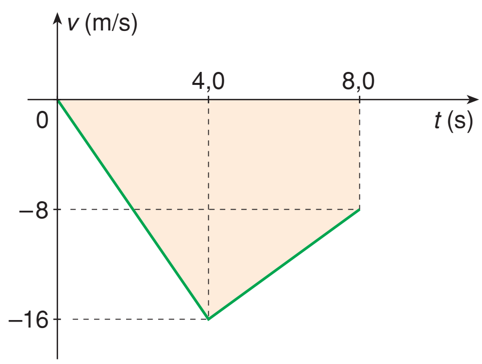
Logo, até o instante 18 s, o móvel (2) **não** conseguiu alcançar o móvel (1).

P.126 No gráfico $\alpha \times t$, A $\overset{N}{=} \Delta v$. Portanto,

$A_1 = 4{,}0 \cdot 4{,}0 = 16 \Rightarrow \Delta v_1 = -16 \text{ m/s} \Rightarrow v_4 - v_0 = -16 \text{ m/s} \Rightarrow v_4 = -16 \text{ m/s}$

$A_2 = 4{,}0 \cdot 2{,}0 = 8{,}0 \Rightarrow \Delta v_2 = 8{,}0 \text{ m/s} \Rightarrow v_8 - v_4 = 8{,}0 \text{ m/s} \Rightarrow v_8 = -8{,}0 \text{ m/s}$

o gráfico da velocidade será:

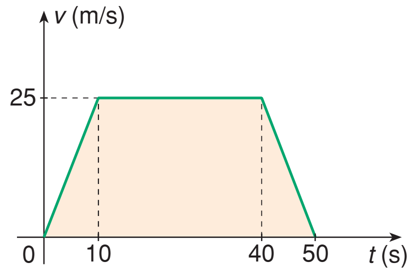


No gráfico $v \times t$, A $\overset{N}{=} \Delta s$. Então:

$$A = \frac{4{,}0 \cdot 16}{2} + \frac{(16 + 8{,}0) \cdot 4{,}0}{2} \Rightarrow \Delta s = -80 \text{ m} \Rightarrow s - s_0 = -80 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s - 100 = -80 \Rightarrow \boxed{s = 20 \text{ m}}$$

P.127 a)

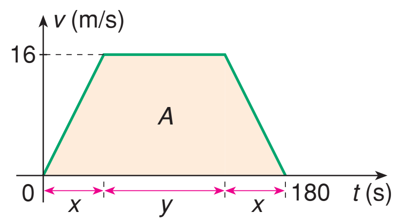


b) Área $= \dfrac{50 + 30}{2} \cdot 25 = 1.000$

Portanto: $\boxed{\Delta s = 1.000 \text{ m}}$

P.128 a) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{2.520 \text{ m}}{180 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m = 14 \text{ m/s}}$

b)



$\Delta s \overset{\text{N}}{=} A \Rightarrow 2.520 = \left(\dfrac{180 + y}{2}\right) \cdot 16 \Rightarrow y = 135 \text{ s}$

Pelo gráfico acima, temos:

$x + y + x = 180 \Rightarrow 2x + 135 = 180 \Rightarrow \boxed{x = 22{,}5 \text{ s}}$

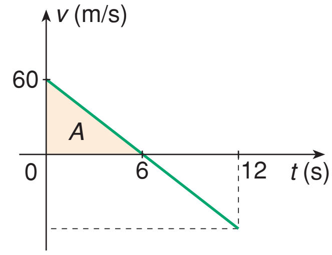
P.129 b) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{v + v_0}{2} \Rightarrow \dfrac{9}{3} = \dfrac{0 + v_0}{2} \Rightarrow \boxed{v_0 = 6 \text{ m/s}}$

a) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 6 + \alpha \cdot 3 \Rightarrow \alpha = -2 \text{ m/s}^2$

Como $\alpha = -g$, temos: $\boxed{g = 2 \text{ m/s}^2}$

P.130 As distâncias percorridas (1,0 cm; 4,0 cm; 7,0 cm; ...), em intervalos de tempo iguais e sucessivos, estão em progressão aritmética, de razão igual a 3,0 cm. Assim, no quarto segundo, a partícula percorre 10 cm e, no quinto segundo, 13 cm.

P.131 a) O corpo atinge a altura máxima no instante em que sua velocidade se anula, isto é, $t = 6$ s (tempo de subida).

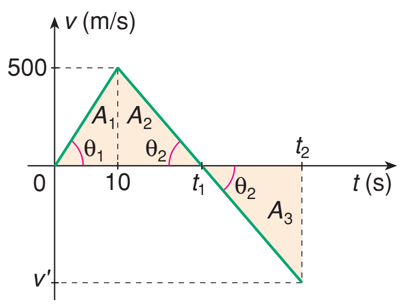


b) Sendo o tempo de subida igual ao de descida, concluímos que o tempo total é de 12 s.

c) $A = \dfrac{6 \cdot 60}{2} = 180 \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 180 \text{ m}}$

d) Da análise dos dois triângulos da figura resulta que a velocidade escalar do corpo, ao retornar ao ponto de lançamento, é −60 m/s.

P.132 a) $\text{tg } \theta_1 = \dfrac{500}{10} = 50 \Rightarrow \boxed{\alpha = 50 \text{ m/s}^2}$



b) $A_1 = \dfrac{10 \cdot 500}{2} = 2.500$

$\boxed{h = 2.500 \text{ m}}$

c) $\text{tg } \theta_2 = \dfrac{500}{t_1 - 10} \Rightarrow \dfrac{500}{t_1 - 10} = g \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{500}{t_1 - 10} = 10 \Rightarrow \boxed{t_1 = 60 \text{ s}}$

d) $A_2 = \dfrac{(60 - 10) \cdot 500}{2} = 12.500$

$h_{máx.} \overset{N}{=} A_1 + A_2 \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 15.000 \text{ m}}$

e) e f) $\text{tg } \theta_2 = \dfrac{|v'|}{t_2 - t_1} \Rightarrow \dfrac{|v'|}{t_2 - t_1} = 10 \Rightarrow |v'| = 10 \cdot (t_2 - t_1)$ ①

$A_3 = \dfrac{(t_2 - t_1) \cdot |v'|}{2} \Rightarrow \dfrac{(t_2 - t_1) \cdot |v'|}{2} = 15.000$ ②

Substituindo ① em ②:

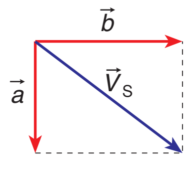
$\dfrac{(t_2 - t_1) \cdot 10 \cdot (t_2 - t_1)}{2} = 15.000 \Rightarrow (t_2 - 60)^2 = 3.000 \Rightarrow \boxed{t_2 \simeq 114{,}8 \text{ s}}$ ③

Substituindo ③ em ①, temos:

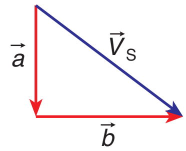
$|v'| \simeq 10 \cdot (114{,}8 - 60) \Rightarrow |v'| \simeq 548 \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{v' \simeq -548 \text{ m/s}}$

Resoluções dos exercícios propostos

P.133



ou

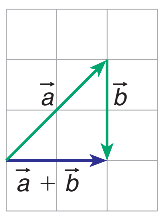


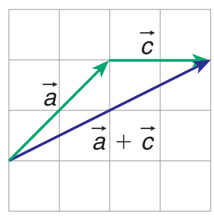
$V_S^2 = a^2 + b^2$

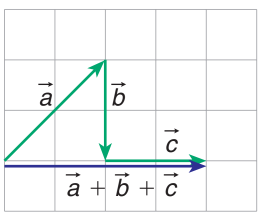
$V_S^2 = 6^2 + 8^2$

$\boxed{V_S = 10}$

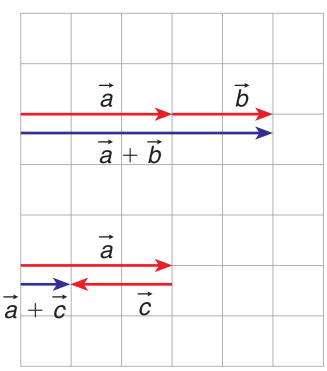
P.134







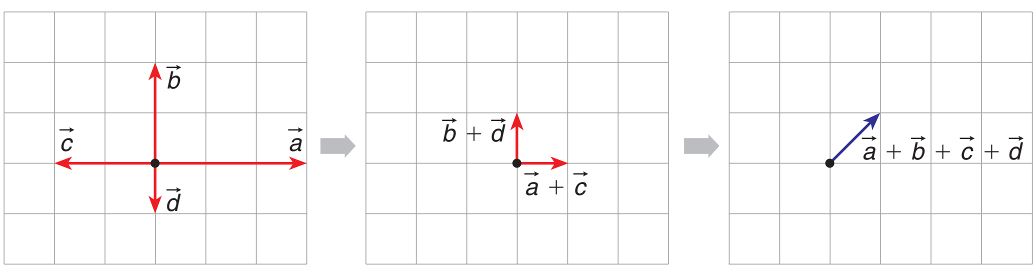
P.135



$\boxed{|\vec{a} + \vec{b}| = 5}$

$\boxed{|\vec{a} + \vec{c}| = 1}$

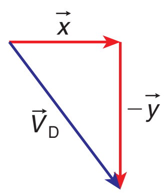
P.136



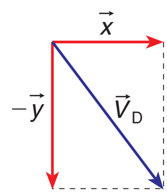
$|\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}|$ é igual à diagonal de um quadradinho de lado uma unidade. Logo:

$|\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}| = \sqrt{2}$ unidades

P.137



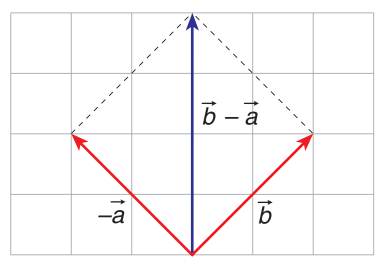
ou



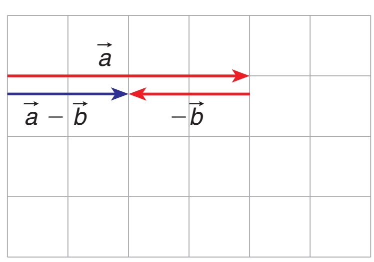
$$V_D^2 = x^2 + y^2$$
$$V_D^2 = 3^2 + 4^2$$
$$\boxed{V_D = 5}$$

P.138 Para obter o vetor diferença ($\vec{b} - \vec{a}$) soma-se $\vec{b}$ com o oposto de $\vec{a}$. O vetor diferença terá módulo:

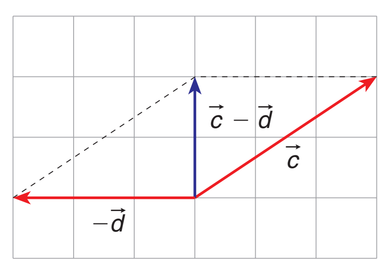
$$\boxed{|\vec{b} - \vec{a}| = 4}$$



P.139

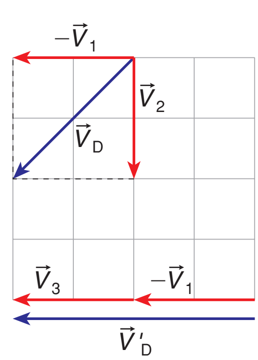


$$\boxed{|\vec{a} - \vec{b}| = 2}$$

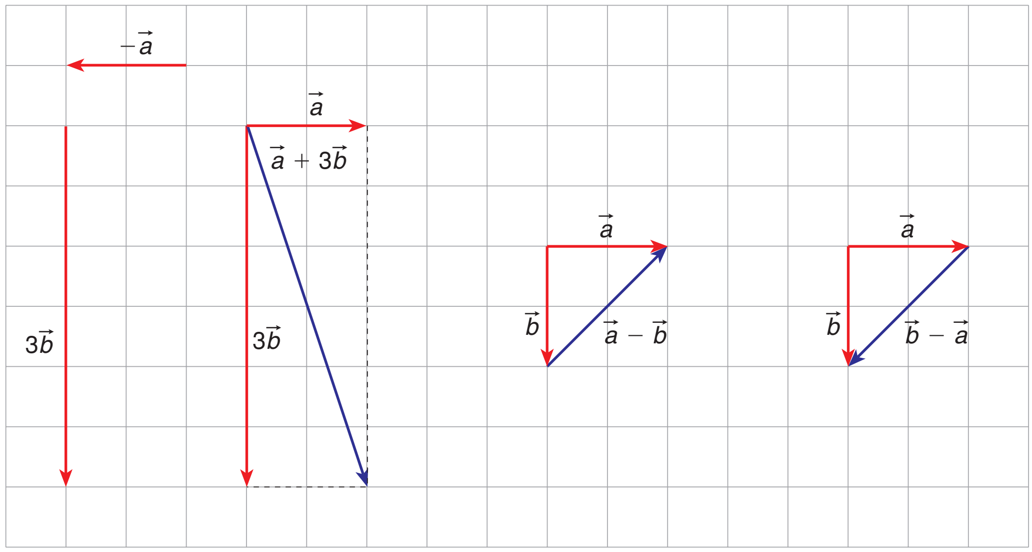


$$\boxed{|\vec{c} - \vec{d}| = 2}$$

P.140



P.141



P.142 $\vec{a}$ tem a mesma direção e o mesmo sentido de $\vec{j}$ e módulo três vezes maior: $\vec{a} = 3\vec{j}$

$\vec{b}$ tem a mesma direção e o mesmo sentido de $\vec{i}$ e módulo duas vezes maior: $\vec{b} = 2\vec{i}$

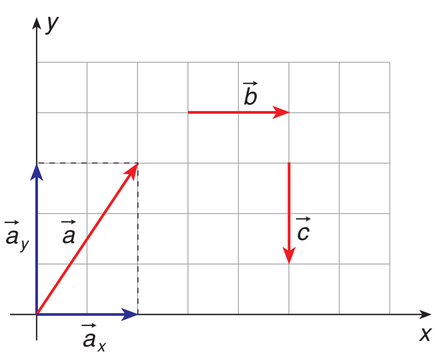
$\vec{c}$ tem a mesma direção de $\vec{i}$, sentido oposto e módulo duas vezes maior: $\vec{c} = -2\vec{i}$

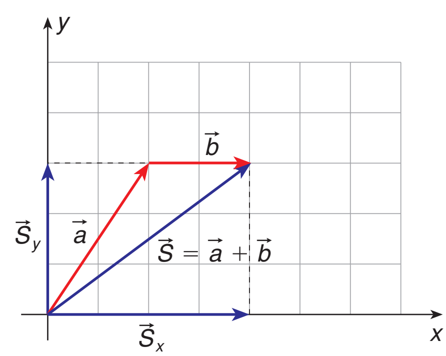
$\vec{d}$ tem a mesma direção de $\vec{j}$, sentido oposto e módulo duas vezes maior: $\vec{d} = -2\vec{j}$

P.143 $v_x = v \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 50 \cdot 0{,}500 \Rightarrow \boxed{v_x = 25 \text{ m/s}}$

$v_y = v \cdot \text{sen } 60° \Rightarrow v_y = 50 \cdot 0{,}866 \Rightarrow \boxed{v_y = 43{,}3 \text{ m/s}}$

P.144

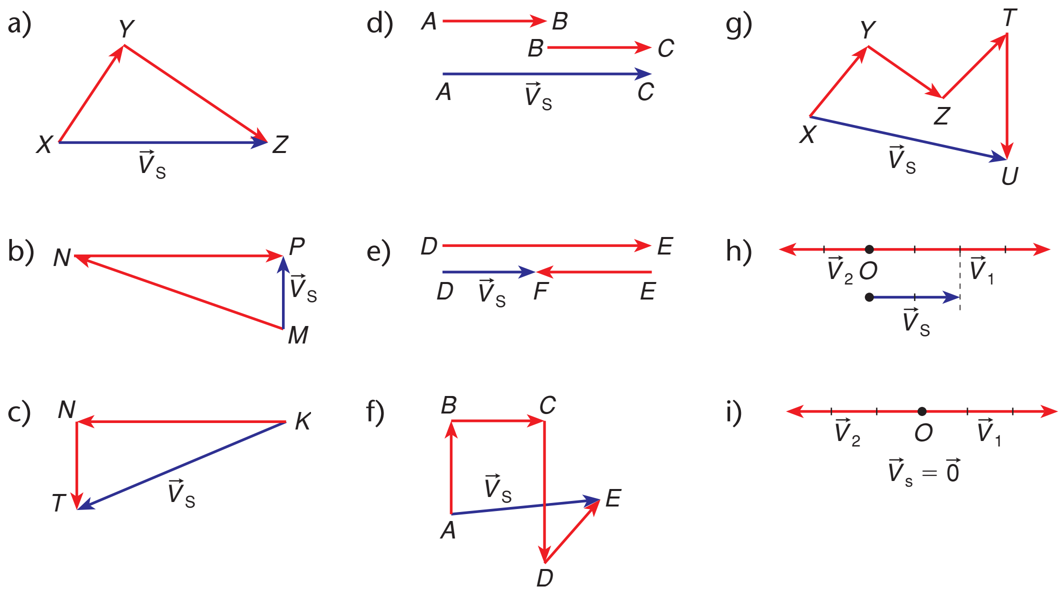




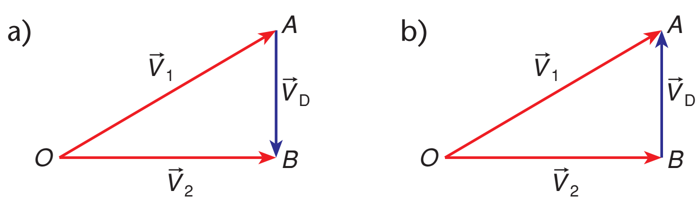
$a_x = 2$ $\quad b_x = 2$ $\quad c_x = 0$ $\quad S_x = 4$

$a_y = 3$ $\quad b_y = 0$ $\quad c_y = -2$ $\quad S_y = 3$

P.145

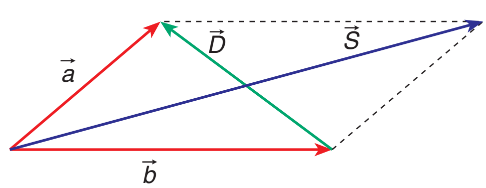


P.146



a) $\vec{V}_D = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$ b) $\vec{V}_D = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$

P.147



Em que:

$\vec{S} = \vec{a} + \vec{b}$

e

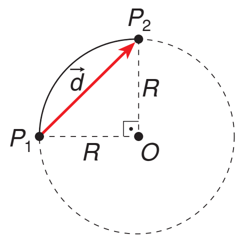
$\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}$

P.148 Os segmentos orientados que representam os vetores são consecutivos (a extremidade de um é a origem do seguinte) e, além disso, a figura é fechada. Portanto, a soma dos vetores é nula, ou seja:

$$\boxed{\vec{A} + \vec{D} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{0}}$$

P.149 a) $\Delta s = \dfrac{2\pi R}{4} \Rightarrow \Delta s = \dfrac{2\pi \cdot 100}{4} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 50\pi \text{ m}}$

b) $|\vec{d}|^2 = R^2 + R^2 \Rightarrow |\vec{d}| = R\sqrt{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{d}| = 100\sqrt{2}\ \text{m}}$



c) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{50\pi}{10} \Rightarrow \boxed{v_m = 5{,}0\pi \text{ m/s}}$

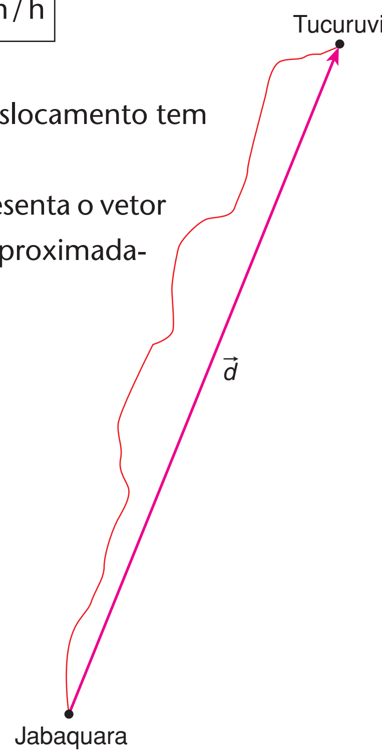
d) $|\vec{v}_m| = \dfrac{|\vec{d}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{v}_m| = \dfrac{100\sqrt{2}}{10} \Rightarrow \boxed{|\vec{v}_m| = 10\sqrt{2} \text{ m/s}}$

P.150 a) $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{20{,}2 \text{ km}}{\dfrac{44}{60}\text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m \simeq 27{,}5 \text{ km/h}}$

b) O segmento orientado que representa o vetor deslocamento tem origem no Jabaquara e extremidade no Tucuruvi.
O comprimento do segmento orientado que representa o vetor $\vec{d}$, medido com uma régua milimetrada, é de, aproximadamente, 9,5 cm.
Por uma regra de três, temos:

1 cm —— 2 km
9,5 cm —— $|\vec{d}|$

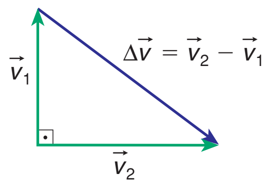
Portanto: $\boxed{|\vec{d}| = 19 \text{ km}}$



c) $|\vec{v}_m| = \dfrac{|\vec{d}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{v}_m| = \dfrac{19 \text{ km}}{\dfrac{44}{60}\text{ h}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{|\vec{v}_m| \simeq 25{,}9 \text{ km/h}}$

P.151 a)



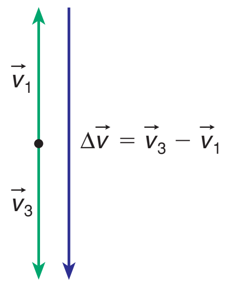
$|\Delta\vec{v}|^2 = |\vec{v}_1|^2 + |\vec{v}_2|^2$

$|\Delta\vec{v}|^2 = (3{,}0)^2 + (4{,}0)^2$

$|\Delta\vec{v}| = 5{,}0$ m/s

$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{a}_m| = \frac{5{,}0}{2{,}0} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_m| = 2{,}5 \text{ m/s}^2}$$

b)



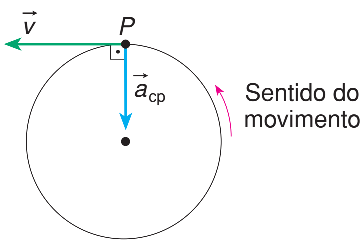
$|\Delta\vec{v}| = |\vec{v}_1| + |\vec{v}_3|$

$|\Delta\vec{v}| = 3{,}0 + 3{,}0$

$|\Delta\vec{v}| = 6{,}0$ m/s

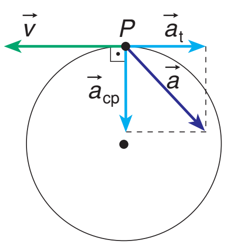
$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{a}_m| = \frac{6{,}0}{5{,}0} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_m| = 1{,}2 \text{ m/s}^2}$$

P.152 a) **MCU**



- $\vec{v}$: tangente à trajetória pelo ponto P e tem o sentido do movimento.
- $\vec{a}_{cp}$: orientada para o centro O da circunferência.
- $\vec{a}_t = \vec{0}$, pois o movimento é uniforme.
- $\vec{a} = \vec{a}_{cp}$

b) **MCUV retardado**



Sendo o movimento variado, temos $\vec{a}_t \neq \vec{0}$. Sendo o movimento retardado, o sentido de $\vec{a}_t$ é oposto ao de $\vec{v}$.

A soma vetorial $\vec{a}_{cp} + \vec{a}_t$ define a aceleração resultante $\vec{a}$.

P.153 a) $v = v_0 + \alpha t$

$v = 0{,}5 + 3 \cdot 0{,}5$

$v = 2$ m/s

$\boxed{|\vec{v}| = |v| = 2 \text{ m/s}}$

b) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{2^2}{1} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 4 \text{ m/s}^2}$

c) $|\vec{a}_t| = |\alpha| \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_t| = 3 \text{ m/s}^2}$

d) $|\vec{a}|^2 = |\vec{a}_{cp}|^2 + |\vec{a}_t|^2 \Rightarrow |\vec{a}|^2 = 4^2 + 3^2 \Rightarrow \boxed{|\vec{a}| = 5 \text{ m/s}^2}$

P.154 a) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{3^2}{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 4{,}5 \text{ m/s}^2}$

b) $\boxed{|\vec{a}_t| = 0}$, pois o movimento é uniforme.

c) $\boxed{|\vec{a}| = |\vec{a}_{cp}| = 4{,}5 \text{ m/s}^2}$

P.155 a) $|\vec{a}_t| = |\alpha| \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_t| = 4 \text{ m/s}^2}$

b) $\boxed{|\vec{a}_{cp}| = 0}$, pois o movimento é retilíneo.

c) $\boxed{|\vec{a}| = |\vec{a}_t| = 4 \text{ m/s}^2}$

P.156 Rio abaixo:

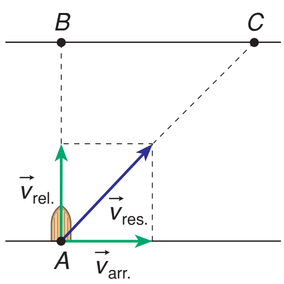
$|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| + |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow 18 = |\vec{v}_{rel.}| + |\vec{v}_{arr.}|$ ①

Rio acima:

$|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| - |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow 12 = |\vec{v}_{rel.}| - |\vec{v}_{arr.}|$ ②

Somando ① e ②, temos: $\boxed{|\vec{v}_{rel.}| = 15 \text{ km/h}}$ e substituindo em ①: $\boxed{|\vec{v}_{arr.}| = 3 \text{ km/h}}$

P.157



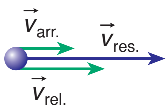
A velocidade do pescador em relação às margens é:

$|\vec{v}_{res.}|^2 = |\vec{v}_{rel.}|^2 + |\vec{v}_{arr.}|^2$

$|\vec{v}_{res.}|^2 = 3^2 + 4^2$

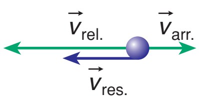
$\boxed{|\vec{v}_{res.}| = 5 \text{ km/h}}$

P.158 Trecho AC:



$$\begin{cases} |\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| + |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow |v_{res.}| = 8 \text{ km/h} \\ \Delta t_{AC} = \dfrac{AC}{|\vec{v}_{res.}|} \Rightarrow \Delta t_{AC} = \dfrac{8 \text{ km}}{8 \text{ km/h}} \Rightarrow \Delta t_{AC} = 1 \text{ h} \end{cases}$$

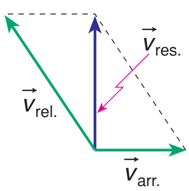
Trecho CA:



$$\begin{cases} |\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| - |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow |v_{res.}| = 2 \text{ km/h} \\ \Delta t_{CA} = \dfrac{AC}{|\vec{v}_{res.}|} \Rightarrow \Delta t_{CA} = \dfrac{8 \text{ km}}{2 \text{ km/h}} \Rightarrow \Delta t_{CA} = 4 \text{ h} \end{cases}$$

Portanto: $\Delta t_{AC} + \Delta t_{CA} = 5$ h

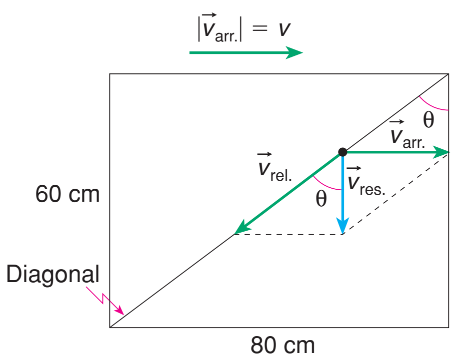
Trecho AB:



$$\begin{cases} |\vec{v}_{res.}|^2 = |\vec{v}_{rel.}|^2 - |\vec{v}_{arr.}|^2 = 5^2 - 3^2 \\ |\vec{v}_{res.}| = 4 \text{ km/h} \\ \Delta t_{AB} = \dfrac{AB}{|\vec{v}_{res.}|} \Rightarrow \Delta t_{AB} = \dfrac{8 \text{ km}}{4 \text{ km/h}} \Rightarrow \Delta t_{AB} = 2 \text{ h} \end{cases}$$

O trecho BA é análogo ao trecho AB, portanto $\Delta t_{BA} = 2$ h. Logo, $\Delta t_{AB} + \Delta t_{BA} = 4$ h. A diferença entre os intervalos de tempo necessários para completar os percursos é de 1 h.

P.159



$$\text{tg } \theta = \frac{|\vec{v}_{arr.}|}{|\vec{v}_{res.}|}$$

$$\frac{80}{60} = \frac{v}{v_g}$$

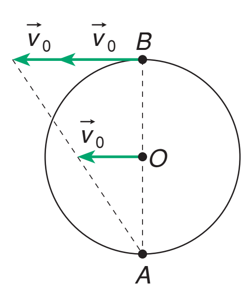
$$\boxed{v_g = \frac{3}{4}v}$$

P.160 a) $\boxed{\vec{v}_A = \vec{0}}$, pois rola sem escorregar.

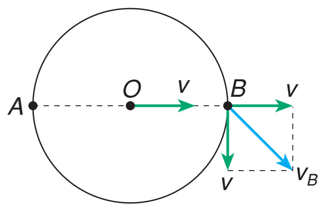
b) $\vec{v}_B = \vec{v}_{translação} + \vec{v}_{rotação}$

$\vec{v}_B = \vec{v}_0 + \vec{v}_0$

$\boxed{\vec{v}_B = 2\vec{v}_0}$



P.161



$v_B = v \cdot \sqrt{2}$

$\boxed{v_B = 5\sqrt{2}\ \text{m/s}}$

P.162

a) De $x = 1 + 3t$ e $y = 1 + 4t$, resulta:

$v_x = 3$ m/s e $v_y = 4$ m/s

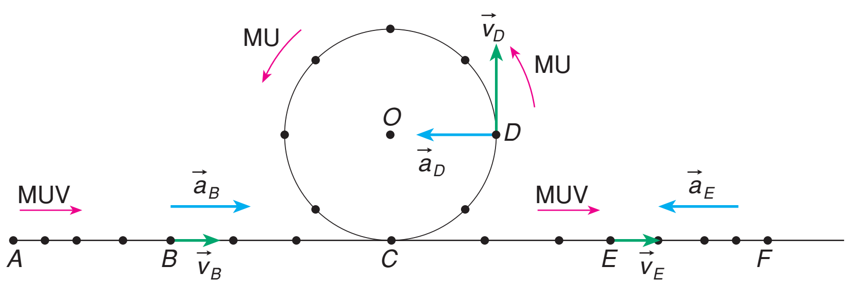
Logo: $v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow \boxed{v = 5\ \text{m/s}}$

b) De $x = 1 + 3t$, temos: $t = \dfrac{x - 1}{3}$ ①

Substituindo ① em $y = 1 + 4t$, temos:

$$y = 1 + 4\,\frac{(x-1)}{3} \Rightarrow y = 1 + \frac{4x}{3} - \frac{4}{3} \Rightarrow \boxed{y = -\frac{1}{3} + \frac{4x}{3}}$$

P.163



- $\vec{v}_B$: direção da reta $\overleftrightarrow{AC}$ e sentido de A para C.
- $\vec{a}_B$: tem o sentido de $\vec{v}_B$, pois o movimento é acelerado.
- $\vec{v}_D$: tangente à trajetória pelo ponto D e sentido do movimento.
- $\vec{a}_D$: orientado para o centro da trajetória.
- $\vec{v}_E$: direção da reta $\overleftrightarrow{CF}$ e sentido de C para F.
- $\vec{a}_E$: tem sentido oposto ao de $\vec{v}_E$, pois o movimento é retardado.

P.164 Aceleração tangencial:

$|\vec{a}_t| = |\alpha| = 3{,}0\ \text{m/s}^2$

Aceleração centrípeta:

$v = v_0 + \alpha \cdot t \Rightarrow v = 0 + 3{,}0 \cdot 4{,}0 \Rightarrow v = 12\ \text{m/s}$

$$|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \frac{12^2}{36} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = 4{,}0\ \text{m/s}^2$$

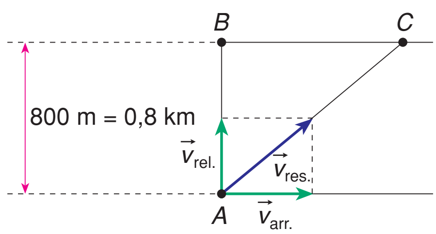
Aceleração total:

$|\vec{a}|^2 = |\vec{a}_t|^2 + |\vec{a}_{cp}|^2$

$|\vec{a}|^2 = (3{,}0)^2 + (4{,}0)^2$

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

P.165



a) $\Delta t = \frac{AB}{|\vec{v}_{rel.}|} = \frac{0{,}8\ \text{km}}{4\ \text{km/h}} = 0{,}2\ \text{h} \Rightarrow$

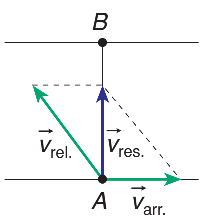
$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 0{,}2\ \text{h}}$

b) $BC = |\vec{v}_{arr.}| \cdot \Delta t \Rightarrow BC = 3 \cdot 0{,}2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{BC = 0{,}6\ \text{km}}$

c) $AC^2 = AB^2 + BC^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow AC^2 = (0{,}8)^2 + (0{,}6)^2 \Rightarrow \boxed{AC = 1\ \text{km}}$



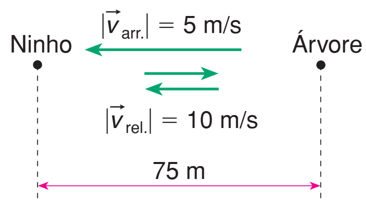
d) $v^2_{rel.} = v^2_{res.} + v^2_{arr.}$

$4^2 = v^2_{res.} + 3^2$

$v^2_{res.} = 7$

$$\boxed{v_{res.} = \sqrt{7}\ \text{km/h} \simeq 2{,}6\ \text{km/h}}$$

P.166



Ida (do ninho para a árvore):

$|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| - |\vec{v}_{arr.}| = 10 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s} \Rightarrow |\vec{v}_{res.}| = 5 \text{ m/s}$

$|\vec{v}_{res.}| = \dfrac{\Delta s}{\Delta t_{ida}} \Rightarrow 5 = \dfrac{75}{\Delta t_{ida}} \Rightarrow \Delta t_{ida} = 15 \text{ s}$

Volta (da árvore para o ninho):

$|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| + |\vec{v}_{arr.}| = 10 \text{ m/s} + 5 \text{ m/s} \Rightarrow |\vec{v}_{res.}| = 15 \text{ m/s}$

$|\vec{v}_{res.}| = \dfrac{\Delta s}{\Delta t_{volta}} \Rightarrow 15 = \dfrac{75}{\Delta t_{volta}} \Rightarrow \Delta t_{volta} = 5 \text{ s}$

$\Delta t = \Delta t_{ida} + \Delta t_{volta} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 20 \text{ s}}$

P.167 a) $S = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 2.000 = 5 \cdot t^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{t = 20\ \text{s}}$

b) $x = v_0 \cdot t \Rightarrow x = 250 \cdot 20 \Rightarrow$

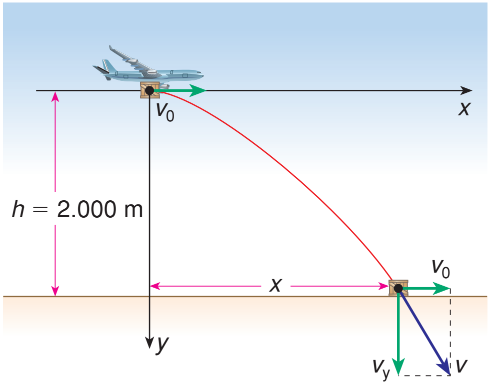
$\Rightarrow \boxed{x = 5.000\ \text{m}}$

c) $v_y = v_{0_y} + gt$

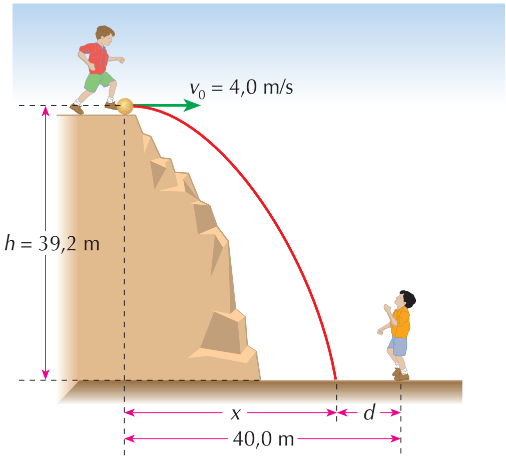
$v_y = 0 + 10 \cdot 20$

$v_y = 200\ \text{m/s}$

$v^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = (250)^2 + (200)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 320\ \text{m/s}}$



P.168



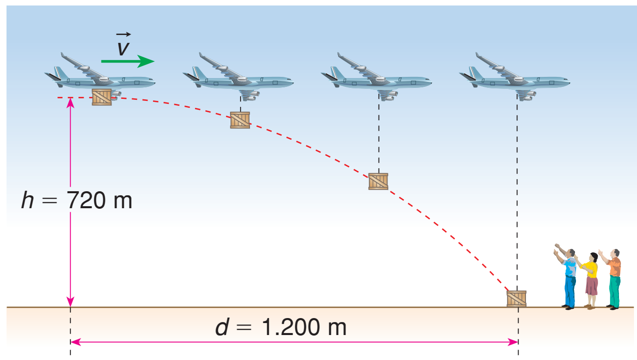
Tempo de queda: $h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 39{,}2 = \frac{10t^2}{2} \Rightarrow t = 2{,}8\ \text{s}$

Alcance horizontal:

$x = v_0 \cdot t = 4{,}0 \cdot 2{,}8 \Rightarrow x = 11{,}2\ \text{m}$

$d = 40{,}0 - x \Rightarrow d = 40{,}0 - 11{,}2 \Rightarrow \boxed{d = 28{,}8\ \text{m (à frente do segundo garoto)}}$

P.169 a) Em relação ao piloto, a trajetória é um **segmento de reta vertical**, isto é, em cada instante o pacote está exatamente abaixo do avião e afastando-se dele.



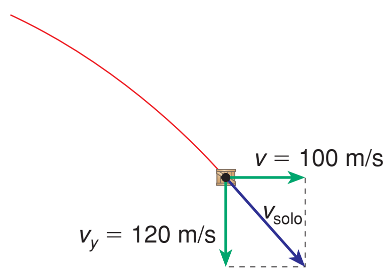
b) Em relação às pessoas no solo, o pacote descreve um **arco de parábola**.

c) $h = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 720 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = 144 \Rightarrow \boxed{t = 12\ \text{s}}$

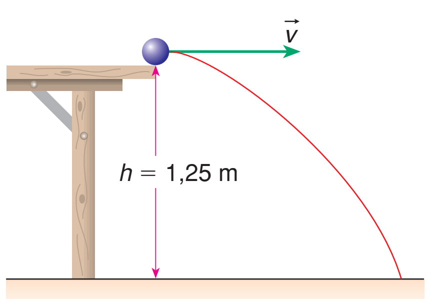
d) $d = vt \Rightarrow 1.200 = v \cdot 12 \Rightarrow \boxed{v = 100\ \text{m/s}}$

e) $v_y = v_{0_y} + gt \Rightarrow v_y = 0 + 10 \cdot 12 \Rightarrow v_y = 120\ \text{m/s}$

$v^2_{solo} = v^2 + v^2_y \Rightarrow v^2_{solo} = (100)^2 + (120)^2 \Rightarrow \boxed{v_{solo} \simeq 156{,}2\ \text{m/s}}$

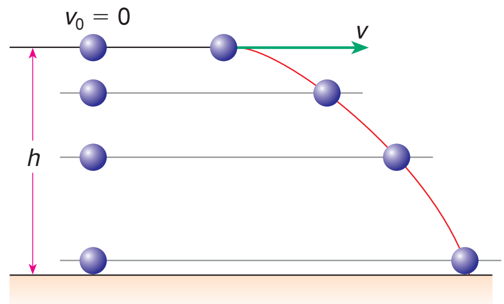


P.170 a)



b) $h = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 1{,}25 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = 0{,}25 \Rightarrow \boxed{t = 0{,}5\ \text{s}}$

c) O lançamento horizontal é o resultado da composição de dois movimentos independentes: a queda livre e o movimento horizontal. Esses movimentos são **simultâneos**. Por isso, o intervalo de tempo que a bolinha demora para atingir o chão, após ser lançada horizontalmente, é igual ao intervalo de tempo que ela demoraria se fosse abandonada a partir da borda da mesa.



Em cada instante, a bolinha em queda livre e a lançada horizontalmente estão na mesma horizontal.

d) $x = vt \Rightarrow x = 5 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{x = 2{,}5 \text{ m}}$

e) $v_y = v_{0_y} + gt \Rightarrow v_y = 0 + 10 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_y = 5 \text{ m/s}$

$v^2_{\text{chão}} = v^2 + v^2_y \Rightarrow v^2_{\text{chão}} = 5^2 + 5^2 \Rightarrow \boxed{v_{\text{chão}} \simeq 7 \text{ m/s}}$

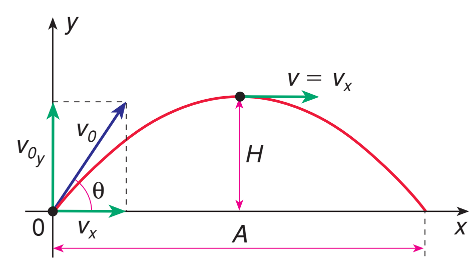
P.171 a) A velocidade mínima v é atingida no ponto mais alto da trajetória e é igual à componente v_x:

$v = v_x = v_0 \cdot \cos \theta$

$v = v_0 \cdot \cos 60°$

$v = 10 \cdot 0{,}50$

$\boxed{v = 5{,}0 \text{ m/s}}$



b) Basta fazer $v_y = 0$ em $v_y = v_{0_y} - gt$:

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } \theta \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot \text{sen } 60° \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot 0{,}86 \Rightarrow v_{0_y} = 8{,}6 \text{ m/s}$

$v_y = 8{,}6 - 10 \cdot t \Rightarrow 0 = 8{,}6 - 10 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_S = 0{,}86 \text{ s}}$

c) Para o cálculo de H, fazemos $v_y = 0$ em $v^2_y = v^2_{0_y} - 2g \cdot \Delta y$.

Portanto:

$$0 = (8{,}6)^2 - 2 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow \boxed{H \simeq 3{,}7 \text{ m}}$$

Para o cálculo de A, substituímos o tempo total do movimento em $x = v_x t$.

Temos: $t_T = 2 \cdot t_S = 2 \cdot 0{,}86 \Rightarrow t_T = 1{,}72 \text{ s}$

Como $v_x = 5{,}0$ m/s, vem:

$$A = 5{,}0 \cdot 1{,}72 \Rightarrow \boxed{A = 8{,}6 \text{ m}}$$

P.172 a) $H = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2\,\theta}{2g} \Rightarrow 20 = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2\,\theta}{2 \cdot 10} \Rightarrow v_0 \cdot \text{sen}\,\theta = 20$

Mas $v_0 \cdot \text{sen}\,\theta = v_{0_y}$. Assim, temos: $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 20 - 10t_s \Rightarrow t_s = 2{,}0$ s

Portanto, o tempo de subida é: $\boxed{t_s = 2{,}0 \text{ s}}$

O tempo total do movimento é: $t_T = 2t_s \Rightarrow \boxed{t_T = 4{,}0 \text{ s}}$

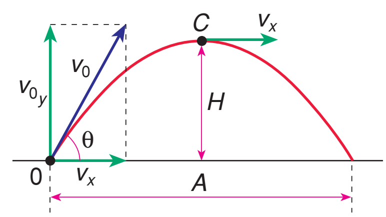
b) Conhecendo-se $v_{0_y} = 20$ m/s e $v_x = 5{,}0$ m/s tiramos v_0:

$v_0^2 = v_{0_y}^2 + v_x^2$

$v_0^2 = (20)^2 + (5{,}0)^2$

$v_0^2 = 425$

$\boxed{v_0 \simeq 20{,}6 \text{ m/s}}$



c) $\cos\theta = \dfrac{v_x}{v_0} \Rightarrow \cos\theta = \dfrac{5{,}0}{20{,}6} \Rightarrow \cos\theta \simeq 0{,}24$

Logo: $\boxed{\theta \text{ é o ângulo cujo cosseno é} \simeq 0{,}24}$

d) $x = v_x t \Rightarrow A = v_x t_T \Rightarrow A = 5{,}0 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{A = 20 \text{ m}}$

P.173 $v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 8{,}0 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_x = 4{,}0$ m/s

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,60° \Rightarrow v_{0_y} = 8{,}0 \cdot 0{,}87 \Rightarrow v_{0_y} \simeq 7{,}0$ m/s

Cálculo do tempo de subida:

$$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 7{,}0 - 10 \cdot t_s \Rightarrow t_s = 0{,}7 \text{ s}$$

Cálculo do tempo total:

$$t_T = 2 \cdot t_s \Rightarrow t_T = 2 \cdot 0{,}7 \Rightarrow t_T = 1{,}4 \text{ s}$$

Cálculo do alcance A:

$$x = v_x \cdot t \Rightarrow A = v_x \cdot t_T \Rightarrow A = 4{,}0 \cdot 1{,}4 \Rightarrow \boxed{A = 5{,}6 \text{ m}}$$

Observação:

Poderíamos achar o alcance A aplicando diretamente a fórmula: $A = \dfrac{v_0^2 \cdot \text{sen}\,2\theta}{g}$

Logo:

$$A = \frac{(8{,}0)^2 \cdot \text{sen}\,120°}{10} \Rightarrow A = \frac{(8{,}0)^2 \cdot 0{,}87}{10} \Rightarrow \boxed{A = 5{,}6 \text{ m}}$$

P.174 $v_x = v_0 \cdot \cos\theta \Rightarrow v_x = 100 \cdot 0{,}80 \Rightarrow v_x = 80$ m/s

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow v_{0_y} = 100 \cdot 0{,}60 \Rightarrow v_{0_y} = 60$ m/s

a) $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 60 - 10 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_S = 6 \text{ s}}$

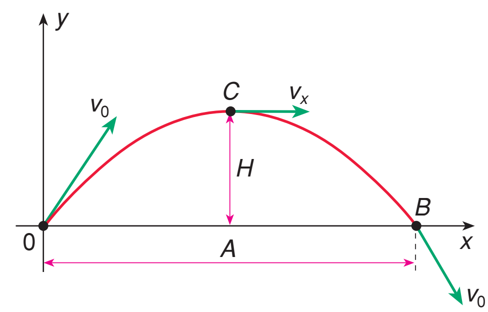
b) $t_T = 2 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_T = 12 \text{ s}}$

c) $x = v_x \cdot t \Rightarrow A = 80 \cdot 12 \Rightarrow \boxed{A = 960 \text{ m}}$

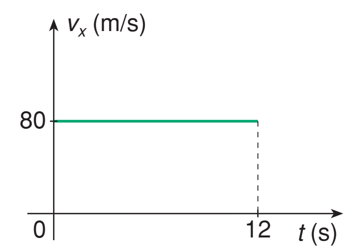
d) $v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta s \Rightarrow 0 = (60)^2 - 2 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow \boxed{H = 180 \text{ m}}$

e) $\boxed{v_c = v_x = 80 \text{ m/s}}$

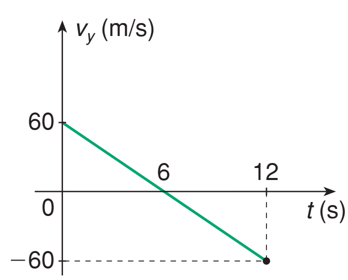
f) $\boxed{v_B = v_0 = 100 \text{ m/s}}$



P.175



$v_x = 80$ m/s = constante



$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = 60 - 10t \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} t = 0 \Rightarrow v_y = 60 \text{ m/s} \\ \text{ou} \\ t = 6 \text{ s} \Rightarrow v_y = 0 \\ \text{ou} \\ t = 12 \text{ s} \Rightarrow v_y = -60 \text{ m/s} \end{cases}$$

P.176 a) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta$

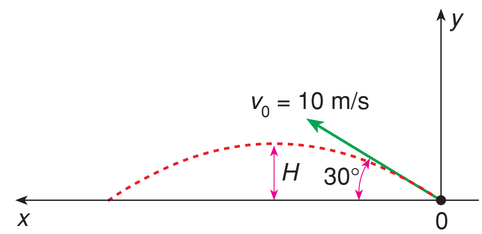
$v_{0_y} = 10 \cdot \text{sen}\,30°$

$v_{0_y} = 5$ m/s

$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2gy$

$0 = 5^2 - 2 \cdot 10 \cdot H$

$\boxed{H = 1{,}25 \text{ m}}$



b) Cálculo do tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 5 - 10 \cdot t_s \Rightarrow t_s = 0{,}5$ s

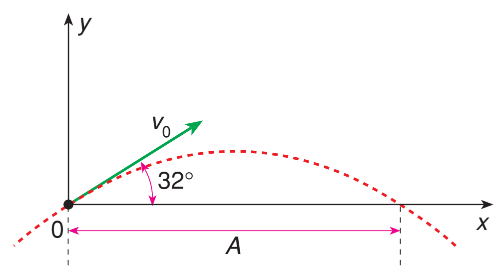
Tempo de voo: $\boxed{t_{vôo} = 2t_s = 1{,}0 \text{ s}}$

P.177 a) $v_0 = 108$ km/h $= 30$ m/s

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\,32°$

$v_{0_y} = 30 \cdot 0{,}53$

$v_{0_y} = 15{,}9$ m/s



Cálculo do tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t$

$0 = 15{,}9 - 10 \cdot t_s$

$t_s = 1{,}59$ s

Tempo de voo:

$t_{vôo} = 2t_s \Rightarrow \boxed{t_{vôo} = 3{,}18 \text{ s}}$

b) Cálculo do alcance A:

$v_x = v_0 \cdot \cos\theta$

$v_x = 30 \cdot \cos 32°$

$v_x = 30 \cdot 0{,}85$

$v_x = 25{,}5$ m/s

De $x = v_x \cdot t$, vem:

$A = v_x \cdot t_{vôo} \Rightarrow A = 25{,}5 \cdot 3{,}18 \Rightarrow A = 81{,}09$ m

Como cada fusca ocupa uma vaga de 2,1 m de largura, concluímos que o número de fuscas é dado por:

$$N = \frac{81{,}09}{2{,}1} = 38{,}61 \Rightarrow \boxed{N = 38 \text{ fuscas}}$$

P.178 a) $x = v_0 t \Rightarrow \boxed{x = 50t \text{ (SI)}}$

$$y = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \boxed{y = 5t^2 \text{ (SI)}}$$

b) De $x = 50t$, temos: $t = \dfrac{x}{50}$

Em $y = 5t^2$, resulta: $y = 5 \cdot \left(\dfrac{x}{50}\right)^2 \Rightarrow \boxed{y = \dfrac{x^2}{500}}$ (arco de parábola)

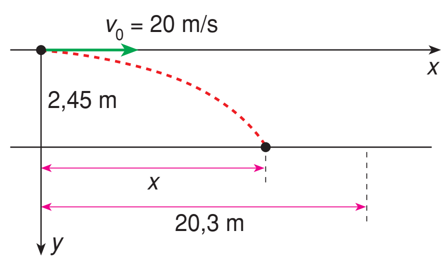
c) $t = 10 \text{ s} \Rightarrow \boxed{x = 500 \text{ m e } y = 500 \text{ m}}$

d) $v_x = 50 \text{ m/s}$

$v_y = gt = 10 \cdot 10 \Rightarrow v_y = 100 \text{ m/s}$

$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 50^2 + 100^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 112 \text{ m/s}}$

P.179 Tempo de queda:



$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$2{,}45 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$t = 0{,}7 \text{ s}$

Alcance x:

$x = v_0 \cdot t$

$x = 20 \cdot 0{,}7$

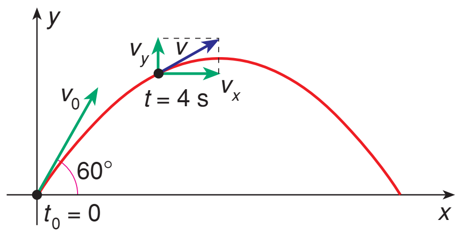
$x = 14 \text{ m}$

O outro rapaz deve percorrer $\Delta s = 6{,}3 \text{ m}$ (20,3 m − 14 m) no intervalo de tempo $\Delta t = 0{,}7 \text{ s}$.

Logo, sua velocidade será:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{6{,}3 \text{ m}}{0{,}7 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 9 \text{ m/s}}$$

P.180



Cálculo de v_x:

$$v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 100 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow v_x = 50 \text{ m/s}$$

Cálculo de v_y:

$$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = v_0 \cdot \text{sen } 60° - gt \Rightarrow v_y = 100 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 10 \cdot 4 \Rightarrow v_y \simeq 46{,}5 \text{ m/s}$$

A velocidade vetorial do projétil 4 s após o lançamento é dada por:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = (50)^2 + (46{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 68{,}3 \text{ m/s}}$$

P.181

Sendo $v_c = 30$ m/s,

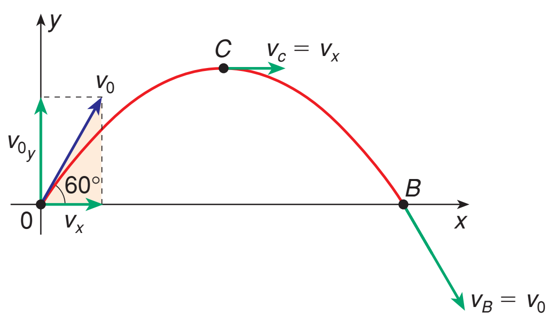
vem: $v_x = 30$ m/s

No triângulo destacado na figura:

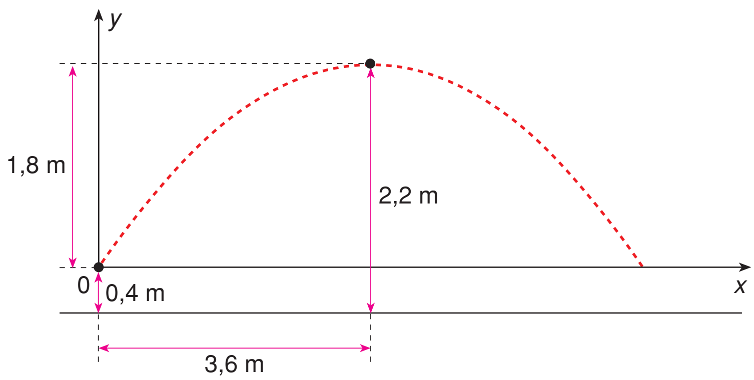
$$\cos 60° = \frac{v_x}{v_0} \Rightarrow 0{,}50 = \frac{30}{v_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = 60 \text{ m/s}$$

Como $v_B = v_0$, temos: $\boxed{v_B = 60 \text{ m/s}}$



P.182 a)



$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2gy$

$0 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot 10 \cdot 1{,}8$

$v_{0_y}^2 = 36 \Rightarrow v_{0_y} = 6{,}0$ m/s

Tempo de subida:

$v_y = v_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 6{,}0 - 10 \cdot t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 0{,}6 \text{ s}}$

b) $x = v_x \cdot t \Rightarrow 3{,}6 = v_x \cdot 0{,}6 \Rightarrow v_x = 6{,}0$ m/s

Como $v_x = v_{0_y} = 6{,}0$ m/s, concluímos que o ângulo de lançamento θ é igual a 45°.

P.183 a) Como o lançamento é horizontal, o que se percebe pelo segundo gráfico, o movimento na direção horizontal é uniforme. Então, a velocidade horizontal da flecha vale:

$v_x = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$, em que $\Delta x = 3$ m e $\Delta t = 2$ s

Logo: $v_x = \dfrac{3}{2} \Rightarrow \boxed{v_x = 1{,}5 \text{ m/s}}$

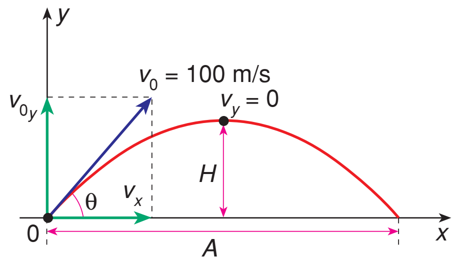
b) Na direção vertical a velocidade inicial é nula, pois se trata de um lançamento horizontal: $\boxed{v_{0_y} = 0}$

c) O movimento vertical é MUV com $\alpha = -g$. Então: $y = y_0 + v_{0_y}t + \dfrac{\alpha t^2}{2}$

Temos $y_0 = 4$ m e $y = 0$ no instante $t = 2$ s (para $x = 3$ m). Logo:

$0 = 4 - \dfrac{g \cdot 4}{2} \Rightarrow 2g = 4 \Rightarrow \boxed{g = 2 \text{ m/s}^2}$

P.184



$$\theta = 30° \Rightarrow \begin{cases} \text{sen } 30° = 0{,}5 \\ \cos 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \simeq 0{,}9 \end{cases}$$

a) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } \theta \Rightarrow v_{0_y} = 100 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_{0_y} = 50$ m/s

$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 50 - 10t_s \Rightarrow t_s = 5$ s (tempo de subida)

$t_T = 2t_s = 2 \cdot 5 = 10$ s (tempo total)

$v_x = v_0 \cdot \cos \theta = 100 \cdot 0{,}9 \Rightarrow v_x = 90$ m/s

$x = v_x t \Rightarrow A = v_x \cdot t_T \Rightarrow A = 90 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{A = 900 \text{ m}}$

b) Cálculo da altura máxima (H) segundo Salviati:

$y = y_0 + v_{0_y} t - \dfrac{gt^2}{2}$, em que $y = H$ para $t = t_s = 5$ s

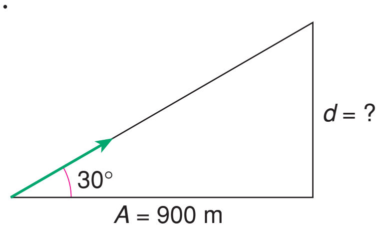
Logo: $H = 50 \cdot 5 - \dfrac{10 \cdot 5^2}{2} \Rightarrow H = 250 - 125 \Rightarrow \boxed{H = 125 \text{ m}}$

c) Cálculo da altura máxima (d) segundo Simplício:

$\text{tg } 30° = \dfrac{d}{A}$

Como $\text{tg } 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \simeq \dfrac{1{,}8}{3} = 0{,}6$, temos:

$0{,}6 = \dfrac{d}{900} \Rightarrow \boxed{d = 540 \text{ m}}$



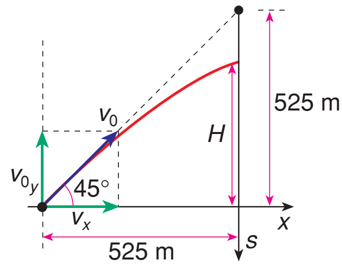
P.185 A velocidade mínima corresponde à bala atingir o objeto no solo. O tempo de queda do objeto é dado por:

$s = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow 80 = 5t^2 \Rightarrow t = 4$ s

Durante 4 s a bala avança 200 m na horizontal com movimento uniforme. Logo:

$v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{200}{4} \Rightarrow \boxed{v = 50 \text{ m/s}}$

P.186



a) Movimento horizontal do projétil:

$x = v_x \cdot t \Rightarrow x = v_0 \cdot \cos 45° \cdot t \Rightarrow 525 = 200 \cdot 0{,}7 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 3{,}75\ \text{s}}$

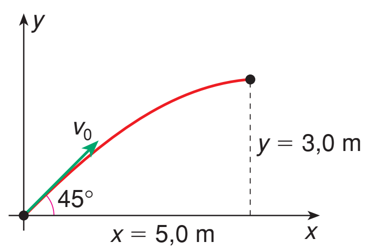
b) Função horária do objeto:

$s = \dfrac{gt^2}{2} \Rightarrow s = 5 \cdot (3{,}75)^2 \Rightarrow s \simeq 70{,}3$ m

Relativamente ao solo o encontro ocorrerá a:

$H \simeq 525 - 70{,}3 \Rightarrow \boxed{H \simeq 454{,}7\ \text{m}}$

P.187



Movimento horizontal:

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot \cos 45° \cdot t \\ 5{,}0 = v_0 \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} \cdot t \quad ① \end{cases}$$

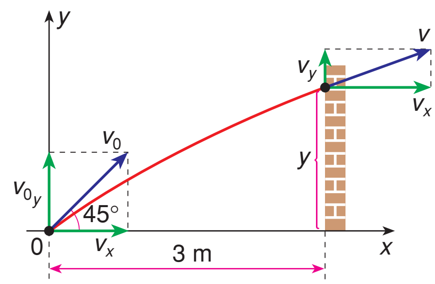
Movimento vertical:

$$\begin{cases} y = v_{0y} \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} \\ y = v_0 \cos 45° \cdot t - 5t^2 \\ 3{,}0 = v_0 \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} \cdot t - 5t^2 \quad ② \end{cases}$$

De ① e ②: $3{,}0 = 5{,}0 - 5 \cdot \left(\dfrac{2 \cdot 5{,}0}{v_0 \cdot \sqrt{2}}\right)^2 \Rightarrow \boxed{v_0 \simeq 11{,}2\ \text{m/s}}$

P.188 a) $v_x = v_0 \cdot \cos 45° \Rightarrow v_x = 10 \cdot 0,7 \Rightarrow$
$\Rightarrow v_x = 7$ m/s

$x = v_x \cdot t \Rightarrow 3 = 7 \cdot t \Rightarrow \boxed{t \simeq 0,43 \text{ s}}$



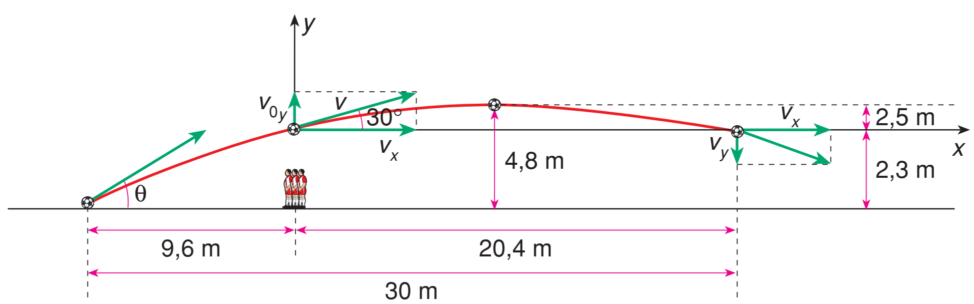
b) $v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } 45° \Rightarrow v_{0_y} = 10 \cdot 0,7 \Rightarrow$
$\Rightarrow v_{0_y} = 7$ m/s

$$y = v_{0_y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y = 7 \cdot 0,43 - 5 \cdot (0,43)^2 \Rightarrow \boxed{y \simeq 2,1 \text{ m}}$$

c) $v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow v_y = 7 - 10 \cdot 0,43 \Rightarrow v_y = 2,7$ m/s

$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v^2 = 7^2 + (2,7)^2 \Rightarrow \boxed{v \simeq 7,5 \text{ m/s}}$

P.189 a)



$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot g \cdot y$

Ao atingir o ponto mais alto, temos $v_y = 0$. Assim:

$0 = v_{0_y}^2 - 2 \cdot 9,8 \cdot 2,5$

$v_{0_y}^2 = 49$

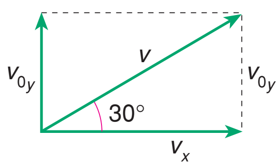
$v_{0_y} = 7,0$ m/s

A componente vertical da velocidade da bola ao chegar ao gol tem módulo igual a v_{0_y}:

$$\boxed{|v_y| = v_{0_y} = 7,0 \text{ m/s}}$$

Com a orientação do eixo y para cima, temos: $\boxed{v_y = -7,0 \text{ m/s}}$

b)



$$tg\ 30° = \frac{v_{0y}}{v_x} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{7,0}{v_x} \Rightarrow v_x = 7,0 \cdot \sqrt{3} \text{ m/s}$$

$x = v_x \cdot t \Rightarrow 20,4 = 7,0 \cdot \sqrt{3} \cdot t \Rightarrow \boxed{t \simeq 1,7 \text{ s}}$

P.190 Ponteiro das horas: $\boxed{T = 12 \text{ h}}$ e $\boxed{f = \frac{1}{12} \text{ volta/h}}$

Ponteiro dos minutos: $\boxed{T = 1 \text{ h}}$ e $\boxed{f = 1 \text{ volta/h}}$

Ponteiro dos segundos: $\boxed{T = 1 \text{ min}}$ e $\boxed{f = 1 \text{ volta/min}}$

P.191 a) $f = 120 \text{ rpm} = 120 \dfrac{\text{rotações}}{\text{minuto}} = 120 \dfrac{\text{rotações}}{60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{f = 2 \text{ Hz}}$

b) $T = \dfrac{1}{f} \Rightarrow T = \dfrac{1}{2} \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}5 \text{ s}}$

P.192 a) $T = 120 \text{ min} = 120 \cdot 60 \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 7.200 \text{ s}}$

b) $f = \dfrac{1}{T} \Rightarrow f = \dfrac{1}{7.200} \Rightarrow \boxed{f \simeq 1{,}4 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}}$

P.193 O período de uma oscilação completa corresponde ao intervalo de tempo para a esfera pendular ir da posição *A* até a posição *B* e retornar à *A*. Logo: $\boxed{T = 4 \text{ s}}$
A frequência é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}25 \text{ Hz}}$$

P.194
$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{4} \text{ volta} \text{ —— } 2 \text{ h} \\ 1 \text{ volta} \text{ —— } T \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{T = 8 \text{ h}}$$

P.195 O período em segundos do planeta Mercúrio é:

$T = 88 \text{ dias} = 88 \cdot 24 \cdot 3.600 \text{ s} \Rightarrow \boxed{T \simeq 7{,}6 \cdot 10^{6} \text{ s}}$

E a frequência: $f = \dfrac{1}{T} \Rightarrow f = \dfrac{1}{7{,}6 \cdot 10^{6}} \Rightarrow \boxed{f \simeq 1{,}3 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}}$

P.196 a) $f = 12 \text{ rpm} = \dfrac{12}{60} \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}2 \text{ Hz}}$

b) $T = \dfrac{1}{f} \Rightarrow T = \dfrac{1}{0{,}2} \Rightarrow \boxed{T = 5 \text{ s}}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{5} \text{ rad/s}}$

d) $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{5} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{v = 4\pi \text{ cm/s}}$

e) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{(4\pi)^2}{10} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 1{,}6\pi^2 \text{ cm/s}^2}$

P.197 a) $\boxed{T = 4 \text{ s}}$ (intervalo de tempo de uma volta completa)

b) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \dfrac{2\pi}{4} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{\pi}{2} \text{ rad/s}}$

c) $|\vec{a}_{cp}| = \omega^2 R \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \left(\dfrac{\pi}{2}\right)^2 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{5\pi^2}{4} \text{ cm/s}^2}$

P.198 a) $v = \omega R \Rightarrow 7 = \omega \cdot 14 \Rightarrow \boxed{\omega = 0{,}50 \text{ rad/s}}$

b) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{7^2}{14} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 3{,}5 \text{ m/s}^2}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{0{,}50} \Rightarrow T = 4\pi \text{ s} \Rightarrow \boxed{T \simeq 12{,}6 \text{ s}}$

P.199 a) De $s = 4 + 2t$ (SI), comparando com $s = s_0 + vt$, vem $s_0 = 4$ m e $v = 2$ m/s.

$\varphi_0 = \dfrac{s_0}{R} \Rightarrow \varphi_0 = \dfrac{4}{2} \Rightarrow \boxed{\varphi_0 = 2 \text{ rad}}$

$\omega = \dfrac{v}{R} \Rightarrow \omega = \dfrac{2}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = 1 \text{ rad/s}}$

b) $\varphi = \varphi_0 + \omega t \Rightarrow \boxed{\varphi = 2 + t \text{ (SI)}}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{1} \Rightarrow \boxed{T = 2\pi \text{ s}}$

$f = \dfrac{1}{T} \Rightarrow \boxed{f = \dfrac{1}{2\pi} \text{ Hz}}$

P.200 Todos os pontos da pá completam uma volta no mesmo intervalo de tempo. Eles têm o mesmo período, a mesma freqüência e a mesma velocidade angular.
Logo:

a) $f = 120 \text{ rpm} \Rightarrow f = \frac{120}{60} \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 2 \text{ Hz}}$

$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}5 \text{ s (para os dois pontos)}}$

b) $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0{,}5} \Rightarrow \boxed{\omega = 4\pi \text{ rad/s}}$

c) $v_A = \omega R_A \Rightarrow v_A = 4\pi \cdot 0{,}15 \Rightarrow \boxed{v_A = 0{,}6\pi \text{ m/s}}$

$v_B = \omega R_B \Rightarrow v_B = 4\pi \cdot 0{,}10 \Rightarrow \boxed{v_B = 0{,}4\pi \text{ m/s}}$

P.201 $v = \omega R \Rightarrow 20 = \omega \cdot 500 \Rightarrow \omega = 0{,}04 \text{ rad/s}$

$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}04 = \frac{\Delta\varphi}{40} \Rightarrow \boxed{\Delta\varphi = 1{,}6 \text{ rad}}$

P.202 $v = wR \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} R \Rightarrow v = \frac{2 \cdot 3}{24} \cdot 6.400 \Rightarrow \boxed{v = 1.600 \text{ km/h}}$

$|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \frac{(1.600 : 3{,}6)^2}{6{,}4 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| \simeq 3{,}1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2}$

P.203 $v = \omega R \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} \cdot R \Rightarrow v = \frac{2 \cdot 3{,}1}{3{,}1 \cdot 10^7} \cdot 1{,}5 \cdot 10^8 \Rightarrow \boxed{v = 30 \text{ km/s}}$

$|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \frac{(30 \cdot 10^3)^2}{1{,}5 \cdot 10^8 \cdot 10^3} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 6{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2}$

A aceleração de um ponto do equador, no movimento de rotação da Terra, e a aceleração da Terra, em seu movimento em torno do Sol, são muito menores do que a aceleração da gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Por isso, o movimento de rotação da Terra e seu movimento orbital, em torno do Sol, interferem muito pouco no movimento usual de um corpo na superfície terrestre. Essa é a razão de podermos considerar a Terra como um referencial inercial, nos movimentos usuais que um corpo realiza na superfície da Terra, conforme veremos no capítulo 11, item 5.

P.204 O satélite estacionário tem a mesma velocidade angular da Terra. Logo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{24} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{\pi}{12}\ \text{rad/h}} \text{ ou } \boxed{\omega \simeq \frac{1}{4}\ \text{rad/h}}$$

$$v = \omega \cdot R \Rightarrow v = \frac{1}{4} \cdot 4{,}2 \cdot 10^4 \Rightarrow \boxed{v = 1{,}05 \cdot 10^4\ \text{km/h}}$$

P.205 a) $f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2 \Rightarrow f_1 \cdot 10 = 60 \cdot 50 \Rightarrow \boxed{f_1 = 300\ \text{rpm}}$

b) $v = \omega_1 \cdot R_1 \Rightarrow v = 2\pi f_1 \cdot R_1 \Rightarrow v_1 = 2\pi \cdot \dfrac{300}{60} \cdot 0{,}10 \Rightarrow \boxed{v_1 = \pi\ \text{m/s}}$

P.206 a) $f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2 \Rightarrow \dfrac{R_1}{T_1} = \dfrac{R_2}{T_2} \Rightarrow \dfrac{0{,}5}{10} = \dfrac{1}{T_2} \Rightarrow \boxed{T_2 = 20\ \text{s}}$

b) $f_2 = \dfrac{1}{T_2} \Rightarrow f_2 = \dfrac{1}{20} \Rightarrow \boxed{f_2 = 0{,}05\ \text{Hz}}$

c) $\omega_2 = \dfrac{2\pi}{T_2} \Rightarrow \omega_2 = \dfrac{2\pi}{20} \Rightarrow \boxed{\omega_2 = \dfrac{\pi}{10}\ \text{rad/s}}$

d) $v_2 = \omega_2 \cdot R_2 \Rightarrow v_2 = \dfrac{\pi}{10} \cdot \dfrac{1}{2} \Rightarrow \boxed{v_2 = \dfrac{\pi}{20}\ \text{cm/s}}$

P.207 $\omega_B \cdot R_B = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow \omega_B \cdot 2R_A = 30 \cdot R_A \Rightarrow \boxed{\omega_B = 15\ \text{rad/s (sentido horário)}}$

e

$\omega_C \cdot R_C = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow \omega_C \cdot 1{,}5R_A = 30 \cdot R_A \Rightarrow \boxed{\omega_C = 20\ \text{rad/s (sentido horário)}}$

P.208 a) $\omega_A \cdot R_A = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow 2\pi f_A \cdot R_A = 2\pi f_B \cdot R_B \Rightarrow f_A \cdot R_A = f_B \cdot R_B \Rightarrow 75 \cdot 10 = f_B \cdot 15 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{f_B = 50\ \text{rpm}}$

$\boxed{f_C = f_B = 50\ \text{rpm}}$, pois as engrenagens *B* e *C* pertencem ao mesmo eixo de rotação.

b) $v_P = \omega_C \cdot R_C \Rightarrow v_P = 2\pi f_C \cdot R_C \Rightarrow v_P = 2\pi \cdot \dfrac{50}{60} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{v_P = \dfrac{2\pi}{15}\ \text{m/s}}$

P.209 a) $v = \omega_A \cdot R \Rightarrow 10 = \omega_A \cdot 0{,}40 \Rightarrow \boxed{\omega_A = 25 \text{ rad/s}}$

b) $\omega_A \cdot R_A = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow 25 \cdot 5{,}0 = \omega_B \cdot 15 \Rightarrow \boxed{\omega_B \simeq 8{,}33 \text{ rad/s}}$

P.210 a) $\gamma = \dfrac{\alpha}{R} \Rightarrow \gamma = \dfrac{2}{0{,}5} \Rightarrow \boxed{\gamma = 4 \text{ rad/s}^2}$

b) $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \omega = 0 + 4 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\omega = 40 \text{ rad/s}}$

e

$v = \omega R \Rightarrow v = 40 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{v = 20 \text{ m/s}}$

P.211 $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow 20 = 0 + \gamma \cdot 10 \Rightarrow \gamma = 2 \text{ rad/s}^2$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow (20)^2 = 0 + 2 \cdot 2 \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = 100 \text{ rad}$

$$\left.\begin{array}{r} 1 \text{ volta} \;——\; 2\pi \text{ rad} \\ n \;——\; 100 \text{ rad} \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{100}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n \simeq 15{,}9 \text{ voltas}}$$

P.212 a) $\boxed{T = 5 \text{ s}}$

b) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{5} \text{ rad/s}}$

c) $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{5} \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v = \dfrac{4\pi}{5} \text{ m/s}}$

d) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{\left(\dfrac{4\pi}{5}\right)^2}{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{8\pi^2}{25} \text{ m/s}^2}$

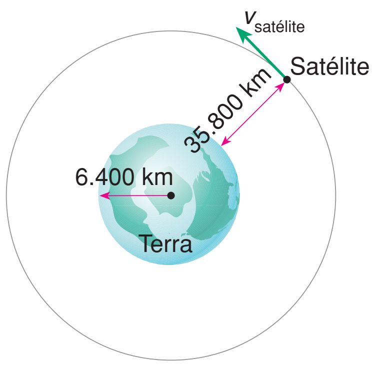
P.213 O período de rotação do ponteiro das horas é $T = 12$ h e a Terra gira em torno de seu eixo com período $T' = 24$ h. Portanto:

$$\frac{f}{f'} = \frac{\dfrac{1}{T}}{\dfrac{1}{T'}} \Rightarrow \frac{f}{f'} = \frac{T'}{T} = \frac{24}{12} \Rightarrow \boxed{\frac{f}{f'} = 2}$$

P.214 a) $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{1} \Rightarrow \boxed{\omega = 2\pi \text{ rad/h}}$

b) $v = \omega \cdot R \Rightarrow v = 2\pi \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{v = \pi \text{ m/h}}$

P.215 Para que, em relação a um observador na Terra, o satélite esteja parado, seu período (e, portanto, sua velocidade angular) deve ser igual ao da Terra.



$\omega_s = \omega_T = \frac{2\pi}{24} \Rightarrow \omega_s = \omega_T = \frac{\pi}{12}$ rad/h

$v_s = \omega_s \cdot R_s$

$v_s = \frac{\pi}{12} \cdot (6.400 + 35.800)$

$v_s = \frac{\pi}{12} \cdot 42.200$

$\boxed{v_s \simeq 1{,}1 \cdot 10^4 \text{ km/h}}$ ou $\boxed{v_s \simeq 3{,}0 \text{ km/s}}$

P.216 $v = 86{,}4$ km/h $= 24$ m/s

$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = \frac{24}{0{,}60} \Rightarrow \boxed{\omega = 40 \text{ rad/s}}$

$\omega = 2\pi f \Rightarrow 40 = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{20}{\pi} \Rightarrow \boxed{f \simeq 6{,}4 \text{ Hz}}$

P.217 O velocímetro é calibrado para medir a velocidade do carro em km/h. Na realidade, ele mede a frequência f com que as rodas giram. Sendo R o raio das rodas, de acordo com o fabricante, a velocidade do carro (medida pelo velocímetro) é dada por $v_v = \omega \cdot R = 2\pi f \cdot R$. A cada valor de f corresponde um valor de v_v, daí a possibilidade de calibrar o velocímetro em unidades de velocidade. Analisemos cada carro.

Carro *A*:

O carro *A* usa os pneus indicados pelo fabricante. Logo, a indicação do velocímetro coincide com a do radar. Assim, a linha 2 corresponde ao carro *A*.

Carro *B*:

A velocidade v_B do carro *B* (e que é registrada pelo radar) é dada por $v_B = \omega \cdot R_B$. De $v_v = \omega \cdot R$ e sendo $R_B > R$, vem: $v_B > v_v$. Portanto, a velocidade indicada pelo velocímetro é menor do que a velocidade do carro *B* (que é registrada pelo radar). Logo, a linha 3 corresponde ao carro *B*. O proprietário do carro *B* deve ser mais precavido, pois a velocidade de seu carro é maior do que a indicada pelo velocímetro.

Carro *C*:

De $v_C = \omega \cdot R_C$ e $v_v = \omega \cdot R$, sendo $R_C < R$, vem $v_C < v_v$: a velocidade indicada pelo velocímetro é maior do que a velocidade do carro *C* (que é a velocidade registrada pelo radar). A linha 1 corresponde ao carro *C*.

P.218 a) $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{2\pi R}{T} \Rightarrow v = 2\pi R \cdot f \Rightarrow$

$\Rightarrow v = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}60 \cdot \dfrac{40}{60} \Rightarrow \boxed{v = 2{,}4 \text{ m/s}}$

b) $f_{coroa} = f_{pedal} = \dfrac{40}{60} \text{ Hz} = \dfrac{2}{3} \text{ Hz}$

$f_{coroa} \cdot R_{coroa} = f_{catraca} \cdot R_{catraca}$

$\dfrac{2}{3} \cdot 25 = f_{catraca} \cdot 10$

$f_{catraca} = \dfrac{5}{3} \text{ Hz} = f_{roda}$

$V = 2\pi R_{roda} \cdot f_{roda}$

$V = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}30 \cdot \dfrac{5}{3}$

$\boxed{V = 3{,}0 \text{ m/s}}$

P.219 $\varphi_0 = 0$; $\omega = 20$ rad/s

$\Delta\varphi = 10 \cdot 2\pi \text{ rad} = 20\pi \text{ rad}$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma\Delta\varphi \Rightarrow 20^2 = 0 + 2\gamma \cdot 20\pi \Rightarrow \gamma = \dfrac{10}{\pi} \text{ rad/s}^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = 3{,}18 \text{ rad/s}^2}$

P.220 $\gamma = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} \Rightarrow \gamma = \dfrac{10 - 3}{20} \Rightarrow \gamma = 0{,}35 \text{ rad/s}^2$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow 10^2 = 3^2 + 2 \cdot 0{,}35 \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = 130 \text{ rad}$

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ volta} \text{ —— } 2\pi \text{ rad} \\ n \text{ —— } 130 \text{ rad} \end{array}\right\} \Rightarrow n = \dfrac{130}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n \simeq 20{,}7 \text{ voltas}}$$

P.221 $f = 300 \text{ rpm} = \dfrac{300}{60} \text{ Hz} = 5 \text{ Hz}$

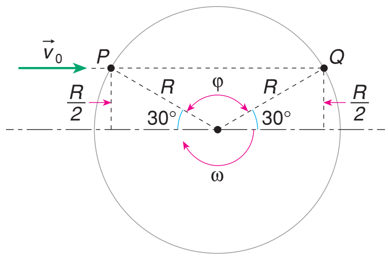
Vamos determinar o intervalo de tempo Δt que o alvo rotativo demora para descrever um ângulo $\Delta\varphi = 18° = \dfrac{\pi}{10}$ rad:

$$\omega = 2\pi f = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow 2\pi \cdot 5 = \frac{\frac{\pi}{10}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{100}\ \text{s}$$

Nesse intervalo de tempo, o projétil percorreu $\Delta s = 15$ m. Assim, sua velocidade vale:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{15}{\left(\frac{1}{100}\right)} \Rightarrow \boxed{v = 1.500 \text{ m/s}}$$

P.222



Da figura concluímos que $\varphi = 120° = \frac{2\pi}{3}$ rad.

$$\varphi = \omega \cdot t \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = 2\pi \cdot t \Rightarrow t = \frac{1}{3}\ \text{s}$$

$$PQ = v_0 \cdot t \Rightarrow 2R \cdot \cos 30° = v_0 \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot 0{,}50 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = v_0 \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{3\sqrt{3}}{2}\ \text{m/s ou } \boxed{v_0 \simeq 2{,}6 \text{ m/s}}$$

P.223 A frequência de disparo é $f = 30$ balas/min.

Então, o intervalo de tempo entre duas balas consecutivas é: $\Delta t = \frac{1}{f} = \frac{1}{30}$ min.

Nesse intervalo de tempo, o disco deve dar **pelo menos** uma volta, para que a próxima bala passe pelo mesmo orifício. Então, a frequência mínima do disco deve ser: $\boxed{f_{\text{mín.}} = \frac{1}{\Delta t} = 30 \text{ rpm}}$

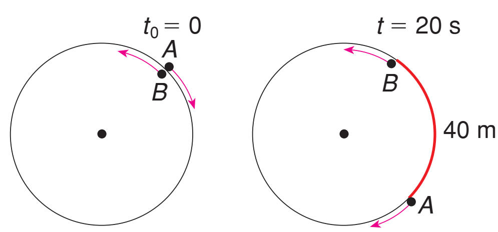
Entretanto, a bala seguinte também passará pelo mesmo orifício se o disco der 2 voltas, 3 voltas, etc.

Portanto, as frequências múltiplas (60 rpm, 90 rpm, 120 rpm, etc.) também constituem soluções para o problema.

P.224 a) $s_A = v_A \cdot t \Rightarrow s_A = 8 \cdot 20 \Rightarrow s_A = 160$ m

$s_B = v_B \cdot t \Rightarrow s_B = 6 \cdot 20 \Rightarrow s_B = 120$ m

$\boxed{s_A - s_B = 40 \text{ m}}$



b) $s_A - s_B = 120$

$v_A \cdot t - v_B \cdot t = 120$

$8t - 6t = 120$

$2t = 120$

$\boxed{t = 60 \text{ s}}$

P.225 a) **1ª experiência:**

A passará novamente por *B* quando estiver uma volta na frente:

$$\varphi_A - \varphi_B = 2\pi$$

$$\omega_A \cdot t - \omega_B \cdot t = 2\pi$$

$$(\omega_A - \omega_B) \cdot t = 2\pi$$

$$(\omega_A - \omega_B) \cdot 40 = 2\pi$$

$$\omega_A - \omega_B = \frac{\pi}{20} \quad ①$$

2ª experiência:

Nesse caso, os módulos de φ_A e φ_B somam 2π rad:

$$\varphi_A + \varphi_B = 2\pi$$

$$\omega_A \cdot t + \omega_B \cdot t = 2\pi$$

$$(\omega_A + \omega_B) \cdot t = 2\pi$$

$$(\omega_A + \omega_B) \cdot 8 = 2\pi$$

$$\omega_A + \omega_B = \frac{\pi}{4} \quad ②$$

De ① e ②, temos: $\boxed{\omega_A = \frac{3\pi}{20} \text{ rad/s}}$ e $\boxed{\omega_B = \frac{\pi}{10} \text{ rad/s}}$

b) $\omega_A = \frac{2\pi}{T_A} \Rightarrow \frac{3\pi}{20} = \frac{2\pi}{T_A} \Rightarrow \boxed{T_A = \frac{40}{3} \text{ s}}$

$\omega_B = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \frac{\pi}{10} = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \boxed{T_B = 20 \text{ s}}$

c) $v_A = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow v_A = \frac{3\pi}{20} \cdot 40 \Rightarrow \boxed{v_A = 6\pi \text{ cm/s}}$

$v_B = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow v_B = \frac{\pi}{10} \cdot 20 \Rightarrow \boxed{v_B = 2\pi \text{ cm/s}}$

P.226 a) $\Delta\varphi = 30° = \frac{\pi}{6}$ rad

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{\left(\frac{\pi}{6}\right)}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{36}{3{,}6}\right)}{1.000} \Rightarrow \Delta t = \frac{50\pi}{3}\ \text{s} \simeq 52\ \text{s} \Rightarrow \boxed{\Delta t \simeq 52\ \text{s}}$$

b) $a_{cp} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \frac{(10)^2}{1.000} \Rightarrow \boxed{a_{cp} = 0{,}1\ \text{m/s}^2}$

P.227 a) $f = 33\frac{1}{3}$ rpm $= \frac{100}{3}$ rpm

Em 24 minutos o LP dará: $\frac{100}{3} \cdot 24$ rotações $= 800$ rotações

A largura da face útil do LP é: $L = 15{,}0$ cm $- 7{,}0$ cm $= 8{,}0$ cm

A distância média entre dois sulcos consecutivos (d) será dada por:

$$d = \frac{8{,}0\ \text{cm}}{800} = 0{,}010\ \text{cm} = \boxed{0{,}10\ \text{mm}}$$

b) Professor, vale lembrar que a agulha do toca-disco percorre o LP da extremidade de maior raio para a extremidade de menor raio. Logo:

$$v = \omega R \Rightarrow v = 2\pi f \cdot R \Rightarrow v = 2\pi \cdot \frac{\left(\frac{100}{3}\right)}{60} \cdot 7{,}0 \Rightarrow \boxed{v \simeq 24{,}4\ \text{cm/s}}$$

P.228 a) A velocidade linear de um ponto da superfície do cilindro é igual à velocidade da linha:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{50}{10} \Rightarrow \boxed{v = 5{,}0\ \text{cm/s}}$$

b) Todos os pontos do carretel têm a mesma velocidade angular ω. Para um ponto da superfície do cilindro ($R = 2$ cm e $v = 5{,}0$ cm/s), temos:

$$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = \frac{5{,}0}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = 2{,}5\ \text{rad/s}}$$

P.229 Partindo do instante em que os ponteiros estão superpostos às 12 horas, temos as funções horárias angulares:

Ponteiro das horas: $\varphi_h = \omega_h \cdot t \Rightarrow \varphi_h = \frac{2\pi}{12} \cdot t$

Ponteiro dos minutos: $\varphi_m = \omega_m \cdot t \Rightarrow \varphi_m = \frac{2\pi}{1} \cdot t$

Para que os ponteiros se superponham, após as 4 horas, é preciso que o ponteiro dos minutos dê 4 voltas a mais que o ponteiro das horas:

$$\varphi_{mín.} - \varphi_h = 4 \cdot 2\pi$$

$$\frac{2\pi}{1}t - \frac{2\pi}{12}t = 4 \cdot 2\pi$$

$$t - \frac{t}{12} = 4$$

$$\frac{12 - 1}{12} \cdot t = 4$$

$$t = 4 \cdot \frac{12}{11}\ \text{h}$$

$$t = \frac{48}{11}\ \text{h}$$

$$t = 4\ \text{h} + \frac{4}{11}\ \text{h}$$

$$t = 4\ \text{h} + \frac{4 \cdot 60}{11}\ \text{min}$$

$$t = 4\ \text{h} + 21\ \text{min} + \frac{9}{11}\ \text{min}$$

$$t = 4\ \text{h} + 21\ \text{min} + \frac{9 \cdot 60}{11}\ \text{s}$$

$$t = 4\ \text{h}\ 21\text{min}\ 49\ \text{s}$$

Logo, $x = 21$ e $y = 49$.

P.230 A partícula *B* está em MRU, pois a resultante das forças que agem nela é nula.

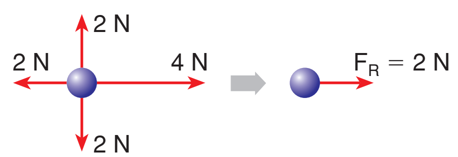
P.231 O objeto, livre da ação de força, prossegue por inércia em MRU com velocidade *v*. Logo, a afirmação correta é c.

P.232 É o princípio da inércia (primeira lei de Newton): um corpo livre da ação de forças tende a manter constante sua velocidade vetorial.

P.233 a) $F_R = ma \Rightarrow 10 = 2 \cdot a \Rightarrow \boxed{a = 5 \text{ m/s}^2}$

b) $F_R = ma \Rightarrow F - F' = ma \Rightarrow 10 - 4 = 2 \cdot a \Rightarrow \boxed{a = 3 \text{ m/s}^2}$

P.234 $F_R = ma \Rightarrow 2{,}0 = 0{,}20 \cdot a \Rightarrow \boxed{a = 10 \text{ m/s}^2}$



P.235 72 km/h = 20 m/s

a) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 20 = 0 + \alpha \cdot 40 \Rightarrow \alpha = 0{,}50 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = \alpha = 0{,}50 \text{ m/s}^2$

$F_R = ma \Rightarrow F_R = 5.000 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{F_R = 2.500 \text{ N}}$

b) $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 20^2 = 0 + 2 \cdot 0{,}50 \cdot \Delta s \Rightarrow \boxed{\Delta s = 400 \text{ m}}$

P.236 $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = 20^2 + 2\alpha \cdot 20 \Rightarrow \alpha = -10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = |\alpha| = 10 \text{ m/s}^2$

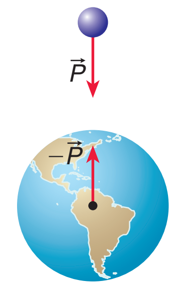
$F_R = ma \Rightarrow F_R = 1{,}5 \cdot 10^3 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{F_R = 1{,}5 \cdot 10^4 \text{ N}}$

P.237 a) $P_{Terra} = mg_{Terra} \Rightarrow 4{,}9 = m \cdot 9{,}8 \Rightarrow \boxed{m = 0{,}50 \text{ kg}}$

b) $P_{Lua} = mg_{Lua} \Rightarrow 0{,}80 = 0{,}50 \cdot g_{Lua} \Rightarrow \boxed{g_{Lua} = 1{,}6 \text{ m/s}^2}$

P.238 a) A afirmação está errada, pois a força $\vec{F}$ está aplicada na mesa e $-\vec{F}$ age na pessoa que aplicou a força $\vec{F}$ na mesa. Desse modo, $\vec{F}$ e $-\vec{F}$ **não se equilibram**, por estarem aplicadas em corpos distintos.

b) A Terra atrai o corpo com a força-peso $\vec{P}$ e o corpo atrai a Terra com a força $-\vec{P}$.



Terra

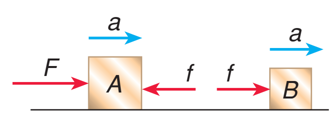
P.239 a) $F_R = ma$

Corpo A: $F - f = m_A \cdot a$ ①

Corpo B: $f = m_B \cdot a$ ②

(① + ②)

$F = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow 10 = (6 + 4) \cdot a \Rightarrow \boxed{a = 1\ \text{m/s}^2}$



b) De ②, temos: $f = 4 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{f = 4\ \text{N}}$

c) $F_{R_A} = m_A \cdot a \Rightarrow F_{R_A} = 6 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{F_{R_A} = 6\ \text{N}}$

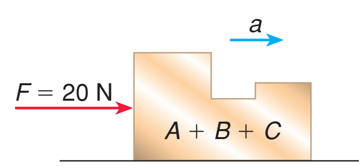
$F_{R_B} = m_B \cdot a \Rightarrow F_{R_B} = 4 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{F_{R_B} = 4\ \text{N}}$

P.240 a) $F_R = ma$ para o sistema $A + B + C$:

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

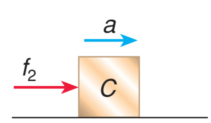
$20 = (5 + 2 + 3) \cdot a$

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



b) Para o corpo C:

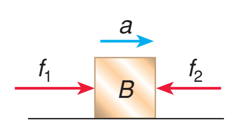
$F_R = m_C \cdot a \Rightarrow f_2 = 3 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{f_2 = 6\ \text{N}}$



c) Para o corpo B:

$F_R = m_B \cdot a \Rightarrow f_1 - f_2 = m_B \cdot a \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 - 6 = 2 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{f_1 = 10\ \text{N}}$



P.241

$$F_R = ma$$

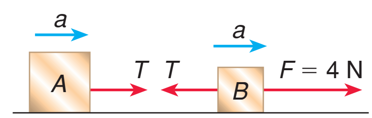
$$\left.\begin{array}{ll}\text{Corpo } A\text{:} & T = m_A \cdot a \quad (1) \\ \text{Corpo } B\text{:} & F - T = m_B \cdot a \quad (2)\end{array}\right\} \oplus$$

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

$$4 = (5 + 3) \cdot a$$

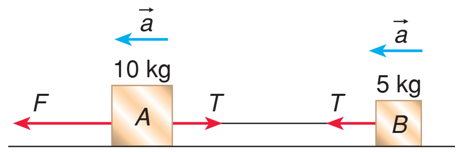
$$a = 0{,}5 \text{ m/s}^2$$

Em (1): $T = 5 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{T = 2{,}5 \text{ N}}$



P.242 Equação fundamental da Dinâmica:

- Bloco B: $T = m_B \cdot a \Rightarrow 100 = 5 \cdot a \Rightarrow a = 20 \text{ m/s}^2$
- Blocos $(A + B)$: $F = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow F = 15 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{F = 300 \text{ N}}$



P.243 Nas duas situações, os blocos adquirem a mesma aceleração a. Na 1ª situação, para o bloco de massa 2 kg, temos: $T = 2 \cdot a$. Na segunda situação, para o bloco de massa 4 kg, temos: $T' = 4 \cdot a$. Logo, a tração é menor na 1ª situação. Portanto, devemos puxar o conjunto pelo corpo de maior massa (o que ocorre na 1ª situação).

P.244 a)

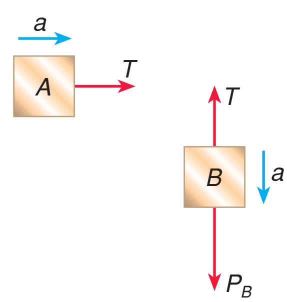
$$F_R = ma$$

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

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

$$3 \cdot 10 = (2 + 3) \cdot a$$

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



b) Em (1): $T = 2 \cdot 6 \Rightarrow \boxed{T = 12 \text{ N}}$

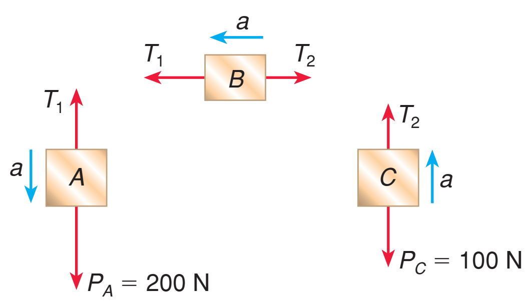
P.245 a) $F_R = ma$

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Corpo } A: & P_A - T_1 = m_A \cdot a \quad (1) \\ \text{Corpo } B: & T_1 - T_2 = m_B \cdot a \quad (2) \\ \text{Corpo } C: & T_2 - P_C = m_C \cdot a \quad (3) \end{array}\right\} \oplus$$

$$P_A - P_C = (m_A + m_B + m_C) \cdot a$$

$$200 - 100 = (20 + 10 + 10) \cdot a$$

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



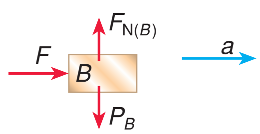
b) De (1): $200 - T_1 = 20 \cdot 2{,}5 \Rightarrow \boxed{T_1 = 150 \text{ N}}$

c) De (2): $150 - T_2 = 10 \cdot 2{,}5 \Rightarrow \boxed{T_2 = 125 \text{ N}}$

P.246 a) Isolando o conjunto, o peso de C ($P_C = m_C \cdot g = 10$ N) determina na massa total ($m_A + m_B + m_C = 5$ kg) a aceleração a tal que:

$$P_C = (m_A + m_B + m_C) \cdot a \Rightarrow 10 = 5a \Rightarrow \boxed{a = 2 \text{ m/s}^2}$$

b) A intensidade da força que B exerce em A é a mesma que A exerce em B. Daí, isolando B:



$$F = m_B \cdot a = 3 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{F = 6 \text{ N}}$$

Observação:

Se isolássemos A, teríamos de calcular também a tração no fio.

P.247 a) $F_R = ma$

Corpo A: $P_A - T_1 = m_A \cdot a$ ①

Corpo B: $T_1 - P_B = m_B \cdot a$ ② $\oplus$

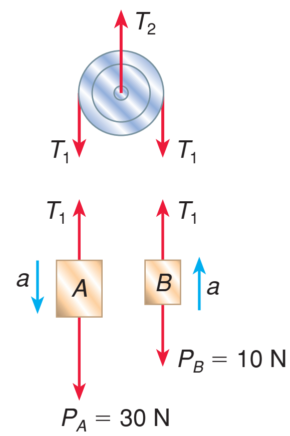
$P_A - P_B = (m_A + m_B) \cdot a$

$30 - 10 = (3 + 1) \cdot a$

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

b) De ②: $T_1 - 10 = 1 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{T_1 = 15 \text{ N}}$

Na polia: $\boxed{T_2 = 2T_1 = 30 \text{ N}}$

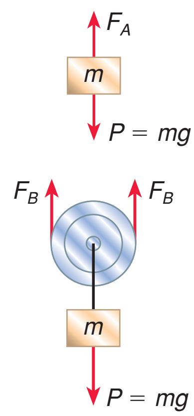


P.248 (A) $F_A = mg \Rightarrow F_A = 8 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{F_A = 80 \text{ N}}$

(B) $2 \cdot F_B = mg$

$2 \cdot F_B = 8 \cdot 10$

$\boxed{F_B = 40 \text{ N}}$



P.249 a) $T = P = 1.000 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{T = 10.000 \text{ N}}$

b) $T - P = ma$

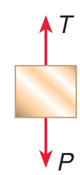
$T - 10.000 = 1.000 \cdot 2$

$\boxed{T = 12.000 \text{ N}}$

c) $P - T = ma$

$10.000 - T = 1.000 \cdot 2$

$\boxed{T = 8.000 \text{ N}}$



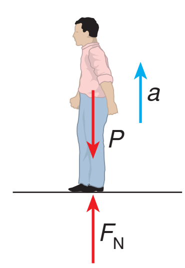
P.250 a) $F_N - P = m \cdot a$

$F_N = mg + ma$

$F_N = m(g + a)$

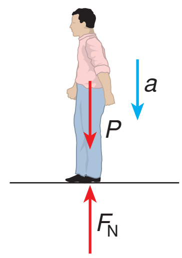
$F_N = 70 \cdot (10 + 3)$

$\boxed{F_N = 910 \text{ N}}$



F_N é o peso aparente. A aceleração da gravidade aparente no interior do elevador é $g_{ap} = g + a$

b) Nesse caso: $a = 0$ e $\boxed{F_N = P = 700 \text{ N}}$



c) $P - F_N = m \cdot a$

$mg - F_N = m \cdot a$

$F_N = m(g - a)$

$F_N = 70 \cdot (10 - 1)$

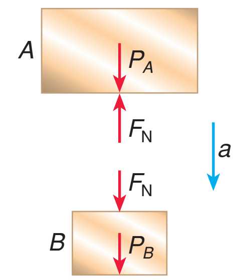
$\boxed{F_N = 630 \text{ N}}$

Nesse caso, a aceleração da gravidade aparente no interior do elevador é: $g_{ap} = g - a$

d) Sendo $a = g$, vem: $P - F_N = mg \Rightarrow P - F_N = P \Rightarrow \boxed{F_N = 0}$

A aceleração da gravidade aparente é nula: $a = g \Rightarrow g_{ap} = 0$

P.251 a) Equação fundamental da Dinâmica:



- Bloco A: $P_A - F_N = m_A \cdot a$ ①
- Bloco B: $P_B + F_N = m_B \cdot a$ ②

Fazendo ① + ②, temos:

$P_A + P_B = (m_A + m_B) \cdot a$

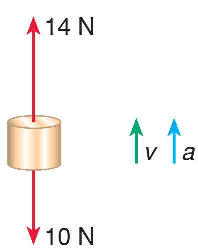
$m_A \cdot g + m_B \cdot g = (m_A + m_B) \cdot a$

$\boxed{a = g}$

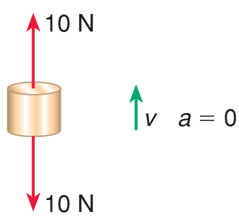
b) Substituindo em ① ou ②, vem: $F_N = 0$

Logo, nenhum bloco exerce força sobre o outro.

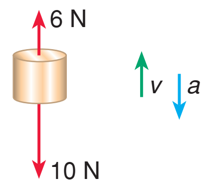
P.252 Nas três situações propostas, temos as forças agindo no corpo:

1ª) 

O corpo sobe em movimento acelerado.

2ª) 

O corpo sobe em MRU.

3ª) 

O corpo sobe em movimento retardado.

P.253 a) $T = P_t \Rightarrow T = P \cdot \text{sen}\ \theta \Rightarrow T = mg \cdot \text{sen}\ 37° \Rightarrow T = 0{,}5 \cdot 10 \cdot 0{,}6 \Rightarrow \boxed{T = 3\ \text{N}}$

b) $a = g \cdot \text{sen}\ \theta \Rightarrow a = 10 \cdot 0{,}6 \Rightarrow \boxed{a = 6\ \text{m/s}^2}$

P.254 Cálculo da aceleração do bloco:

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow 5 = \frac{a \cdot 10^2}{2} \Rightarrow a = 0{,}1\ \text{m/s}^2$$

Equação fundamental da Dinâmica:

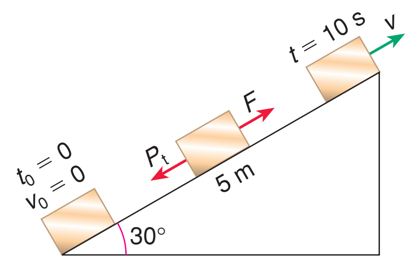
$F - P_t = ma$

$F - P \cdot \text{sen}\ 30° = ma$

$F - mg \cdot \text{sen}\ 30° = ma$

$$F - 5 \cdot 9{,}8 \cdot \frac{1}{2} = 5 \cdot 0{,}1$$

$\boxed{F = 25\ \text{N}}$



P.255 $P_t = P_A \cdot \text{sen}\ 30° \Rightarrow P_t = 20 \cdot 0{,}5 \Rightarrow P_t = 10\ \text{N}$

$F_R = ma$

Corpo A: $T - P_t = m_A \cdot a$ (1)

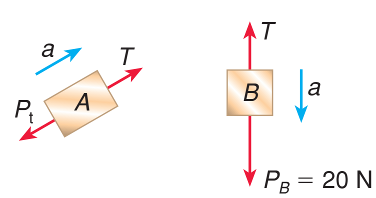
Corpo B: $P_B - T = m_B \cdot a$ (2)

(+)

$P_B - P_t = (m_A + m_B) \cdot a$

$20 - 10 = (2 + 2) \cdot a$

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



P.256 Por inércia o corpo tende a permanecer em repouso e, com a retirada rápida do papel, ele cai verticalmente.

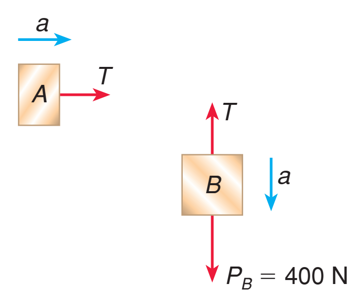
P.257 a) $F_R = ma$

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

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

$$400 = (10 + 40) \cdot a$$

$$a = 8{,}0 \text{ m/s}^2$$



De ①: $T = 10 \cdot 8{,}0 \Rightarrow \boxed{T = 80 \text{ N}}$

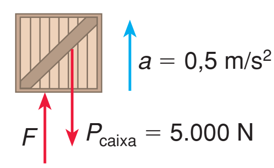
b) $s = \dfrac{1}{2}at^2 \Rightarrow 0{,}36 = \dfrac{1}{2} \cdot 8{,}0 \cdot t^2 \Rightarrow \boxed{t = 0{,}3 \text{ s}}$

P.258 a) $F_R = ma$

$F - P_{caixa} = ma$

$F - 5.000 = 500 \cdot 0{,}5$

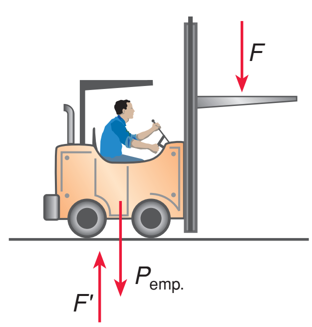
$\boxed{F = 5.250 \text{ N}}$



b) $F' = P_{emp.} + F$

$F' = 10.000 + 5.250$

$\boxed{F' = 15.250 \text{ N}}$

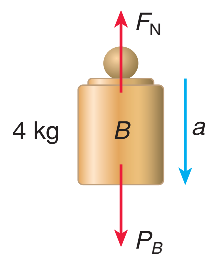


P.259 O peso de $B + C$, cuja intensidade é $(m_B + m_C) \cdot g = (4 + 1) \cdot 10\ \text{N} = 50\ \text{N}$, determina no conjunto $A + B + C$ a aceleração a, que é dada por:

$50 = (5 + 4 + 1) \cdot a \Rightarrow a = 5\ \text{m/s}^2$

A indicação da balança é a normal que B exerce em C. Isolando B para a determinação dessa normal (B está descendo com a aceleração do conjunto):

$$P_B - F_N = m_B \cdot a \Rightarrow 40 - F_N = 4 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{F_N = 20\ \text{N}}$$



Observação:

Se isolássemos C, teríamos de calcular também a tração no fio.

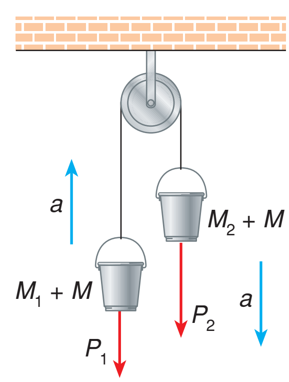
P.260 a) PFD (balde 1 + balde 2)

$P_2 - P_1 = M_{\text{Total}} \cdot a$

$(M_2 + M)g - (M_1 + M) \cdot g = (M_1 + M_2 + 2M) \cdot a$

$$a = \frac{(M_2 - M_1)\,g}{M_1 + M_2 + 2M} \quad ①$$

Seja m a massa de areia transferida do balde de massa M_1 para o balde de massa M_2. As massas dos baldes com areia passam a ser $M_2 + M + m$ e $M_1 + M - m$.



A aceleração de cada balde passa a ser a', tal que:

$(M_2 + M + m)g - (M_1 + M - m)g = (M_1 + M_2 + 2M) \cdot a' \Rightarrow$

$$\Rightarrow a' = \frac{(M_2 - M_1 + 2m)\,g}{M_1 + M_2 + 2M} \quad ②$$

Dividindo ② por ①, vem:

$$\frac{a'}{a} = \frac{M_2 - M_1 + 2m}{M_2 - M_1} = f \Rightarrow M_2 - M_1 + 2m = (M_2 - M_1)f \Rightarrow$$

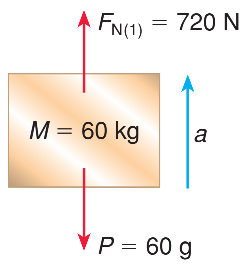
$$\Rightarrow 2m = (M_2 - M_1)(f - 1) \Rightarrow \boxed{m = \frac{(M_2 - M_1)(f - 1)}{2}}$$

b) O maior valor possível de f ocorre quando toda massa de areia do balde M_1 é transferida ao balde M_2, isto é, $m = M$. Portanto:

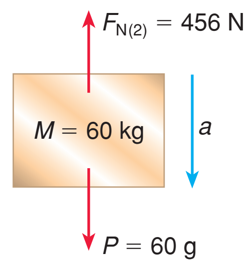
$$M = \frac{(M_2 - M_1)(f_{\text{máx.}} - 1)}{2} \Rightarrow \boxed{f_{\text{máx.}} = \frac{2M}{M_2 - M_1} + 1}$$

P.261 1) A indicação da balança é a normal que o homem exerce nela. Isolando o homem nos dois casos indicados (sobe e desce com a mesma aceleração):

(I)



(II)



Obtemos, assim, o sistema:

$$\begin{cases} \text{(I)}\ \ 720 - 60g = 60a \\ \text{(II)}\ 60g - 456 = 60a \end{cases}$$

Resolvendo esse sistema, temos: $\boxed{a = 2{,}2 \text{ m/s}^2}$ e $\boxed{g = 9{,}8 \text{ m/s}^2}$

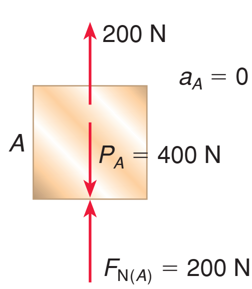
2) Velocidade constante $\Rightarrow a = 0$

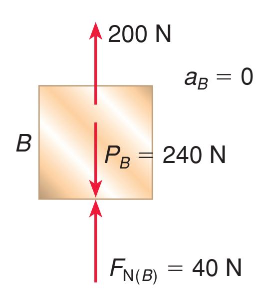
$F_N = P = 60 \cdot 9{,}8 \Rightarrow \boxed{F_N = P = 588 \text{ N}}$

3) Temos $F_N = 0$, queda livre, pois no homem só atua o peso P.

P.262 A força Q aplicada ao eixo da polia ideal se divide em $\frac{Q}{2}$ em cada parte do fio. Só existem acelerações a_A (para A) e a_B (para B) quando $\frac{Q}{2}$ for maior que cada peso (P_A e P_B), erguendo desse modo os corpos.

a) $Q = 400 \text{ N} \Rightarrow \frac{Q}{2} = 200 \text{ N} < P_B < P_A \Rightarrow \boxed{a_A = a_B = 0}$

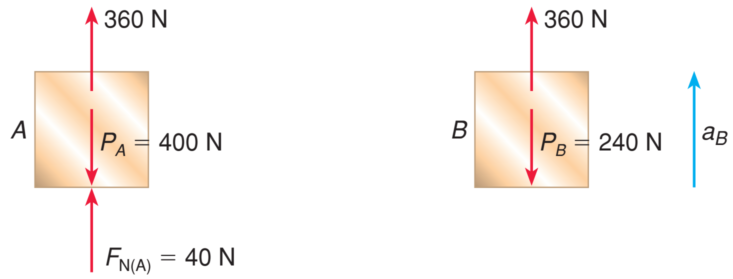




Nesse caso, os blocos A e B ficam apoiados.

b) $Q = 720\text{ N} \Rightarrow \dfrac{Q}{2} = 360\text{ N} < P_A \Rightarrow \boxed{a_A = 0}$

Mas existe a_B.



A permanece no apoio enquanto B sobe com aceleração a_B, dada por:

$$360 - 240 = 24 \cdot a_B \Rightarrow \boxed{a_B = 5\text{ m/s}^2}$$

c) $Q = 1.200\text{ N} \Rightarrow \dfrac{Q}{2} = 600\text{ N}$

Os blocos A e B sobem com acelerações a_A e a_B, tais que:

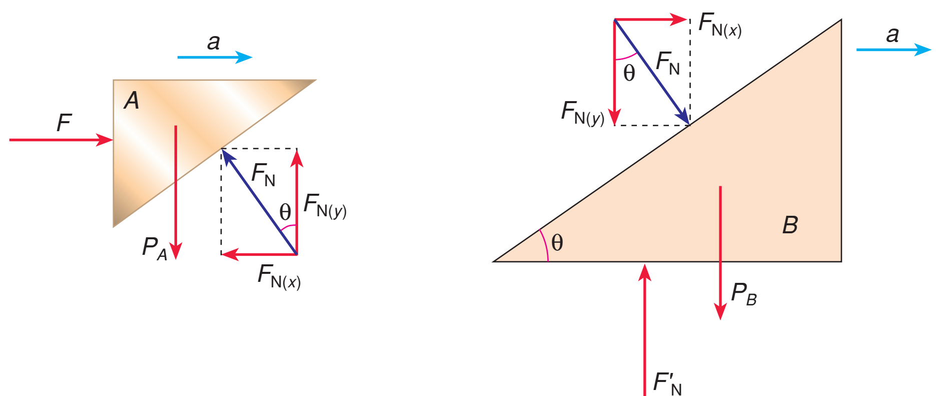
Bloco A: $600 - 400 = 40 \cdot a_A \Rightarrow \boxed{a_A = 5\text{ m/s}^2}$

Bloco B: $600 - 240 = 24 \cdot a_B \Rightarrow \boxed{a_B = 15\text{ m/s}^2}$

P.263 a) Aplicando a equação fundamental da Dinâmica para o conjunto de corpos ($A + B$), temos:

$$\boxed{F = (M_A + M_B) \cdot a}$$

b)



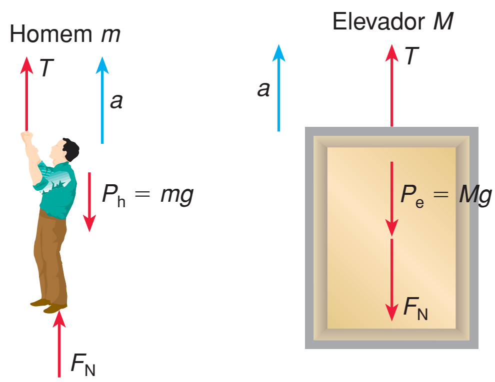
Cunha B: $F_{N(x)} = M_B \cdot a$

Cunha A: $F_{N(y)} = M_A \cdot g$

$$F_N = \sqrt{F^2_{N(x)} + F^2_{N(y)}} \Rightarrow \boxed{F_N = \sqrt{M_B^2 \cdot a^2 + M_A^2 \cdot g^2}}$$

c) $\text{tg } \theta = \dfrac{F_{N(x)}}{F_{N(y)}} \Rightarrow \boxed{\text{tg } \theta = \dfrac{M_B \cdot a}{M_A \cdot g}}$

P.264 Isolando o homem e o elevador, F_N é a intensidade da interação homem/elevador.



$$\begin{aligned} &\text{Homem:} && F_N + T - mg = ma \\ &\text{Elevador:} && T - F_N - Mg = Ma \end{aligned} \quad \ominus$$

$$2F_N - (m - M) \cdot g = (m - M) \cdot a$$

$$\boxed{F_N = (m - M) \cdot \frac{(g + a)}{2}}$$

P.265 F_N = ação do plano inclinado no corpo

F = ação da parede vertical no corpo

Para o corpo permanecer em repouso em relação ao carrinho, ele deve ter a mesma aceleração do carrinho em relação ao solo, que é um referencial inercial.

Em x, $a_x = a$:

$F + F_N \cdot \text{sen } 30° = ma$ ①

Em y, $a_y = 0$:

$F_N \cdot \cos 30° = P$

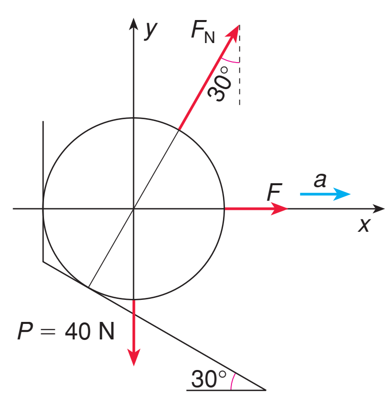
$F_N = \dfrac{P}{\cos 30°}$ ②

② em ①:

$F + \left(\dfrac{\text{sen } 30°}{\cos 30°}\right) \cdot P = ma$

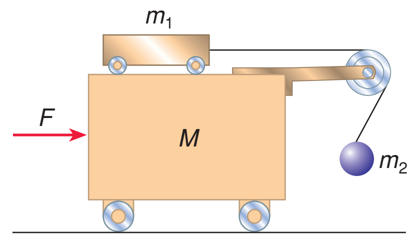
$F + \dfrac{0,5}{0,87} \cdot 40 = 4 \cdot 8$

$\boxed{F \simeq 9 \text{ N}}$



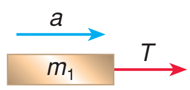
P.266 Como m_1 e m_2 estão em repouso em relação a M, decorre que o conjunto está com a mesma aceleração a em relação ao solo (referencial inercial):

$F = (M + m_1 + m_2) \cdot a = 30 \cdot a$ ①



Isolando m_1:

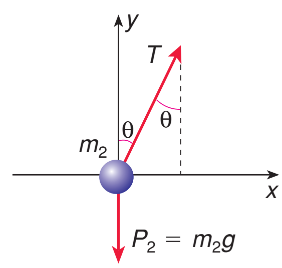
$T = m_1 \cdot a$ ②



Isolando m_2:

Em x: $T \cdot \text{sen}\ \theta = m_2 \cdot a$ ③

Em y: $T \cdot \cos\theta = m_2 \cdot g$ ④



Substituindo ② em ③:

$m_1 \cdot a \cdot \text{sen}\ \theta = m_2 \cdot a$

$$\text{sen}\ \theta = \frac{m_2}{m_1} = \frac{4}{5} = 0{,}8$$

$$\cos\theta = 0{,}6 \text{ e tg}\ \theta = \frac{4}{3}$$

Dividindo membro a membro ③ e ④:

$$a = g \cdot \text{tg}\ \theta \Rightarrow a = \frac{4}{3}g$$

Substituindo em ①:

$$F = 30 \cdot a = 30 \cdot \frac{4}{3}g = 40g = 400 \Rightarrow \boxed{F = 400\ \text{N}}$$

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 $f_{at.} = ma$

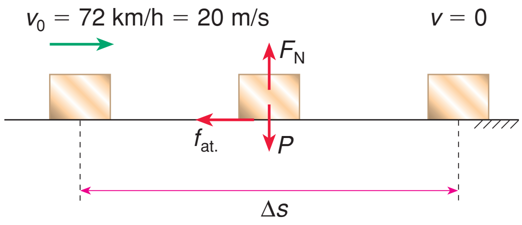
$\mu_d \cdot F_N = ma$

$\mu_d \cdot mg = ma$

$a = \mu_d \cdot g$

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

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



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

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

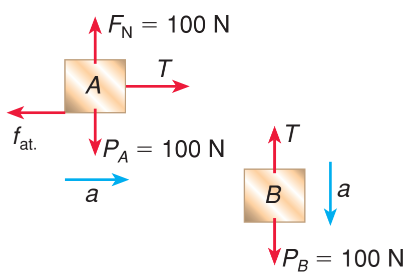
$F_R = ma$

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

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

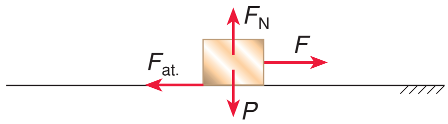
$$100 - 60 = (10 + 10) \cdot a$$

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



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

P.271 Força de atrito dinâmica:



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

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

Força de atrito estático máxima:

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

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

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

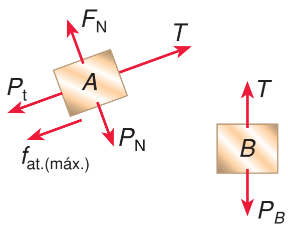
b) $F = 60$ N $= f_{at.(máx.)}$; o bloco **não** entra em movimento, mas encontra-se na iminência de escorregar.

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

c) $F = 80$ 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.

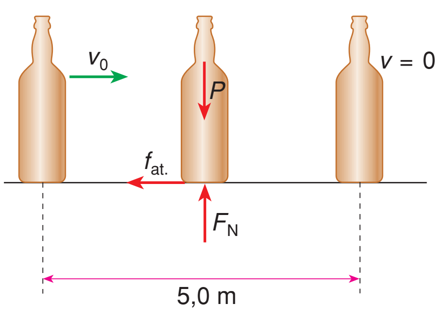
$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 10 \Rightarrow v = 100 \text{ m/s} \Rightarrow v = 360 \text{ km/h}$

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:

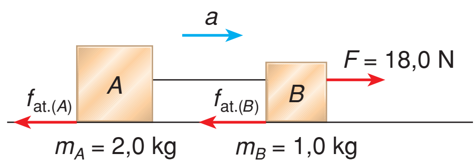
$F - f_{at.(A)} - f_{at.(B)} = 0$

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

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

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

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



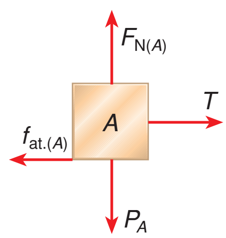
b) Como a velocidade é constante, temos:

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

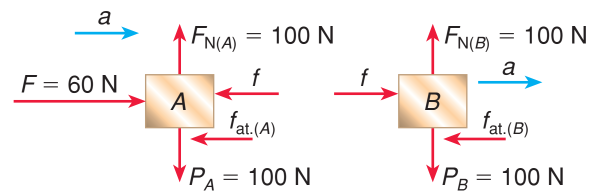
$T = \mu \cdot m_A \cdot g$

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

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



P.279 a)



$$F_R = ma$$

Corpo A: $F - f_{at.(A)} - f = m_A \cdot a$ ①

Corpo B: $f - f_{at.(B)} = m_B \cdot a$ ②

⊕

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

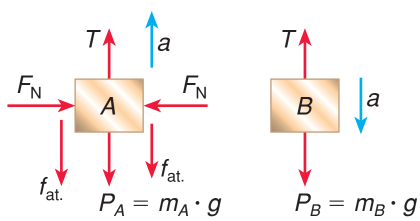
Como $f_{at.(A)} = \mu \cdot F_{N(A)}$, temos: $f_{at.(A)} = 0{,}20 \cdot 100 \Rightarrow f_{at.(A)} = 20$ N

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)



$$F_R = ma$$

Corpo A: $T - P_A - 2f_{at.} = m_A a$ ①

Corpo B: $P_B - T = m_B \cdot a$ ②

⊕

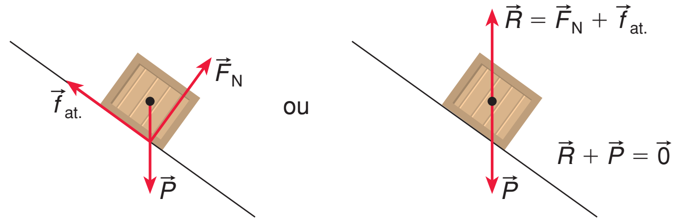
$$P_B - P_A - 2f_{at.} = (m_A + m_B) \cdot a$$

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

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

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

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 $m_2 = 4m$.

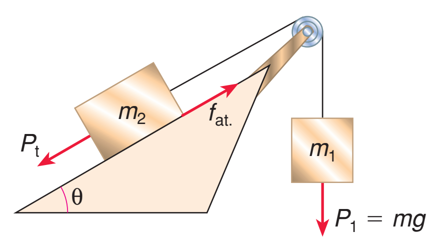
a) $P_t = P_2 \cdot \text{sen}\,\theta = 4mg \cdot 0,6 = 2,4mg$

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

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

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

$P_1 = mg$



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:

$F_R = ma$

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

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

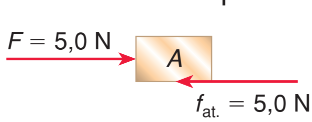
$0,76mg = 5ma$

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

A aceleração de m_1 tem sentido de baixo para cima.

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

b) Bloco A:

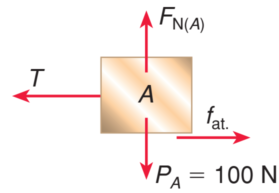


O bloco B não está sujeito a forças horizontais.

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



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

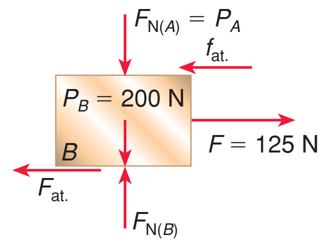
$F = f_{at.} + F_{at.}$

$125 = 25 + F_{at.}$

$F_{at.} = 100$ N

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

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



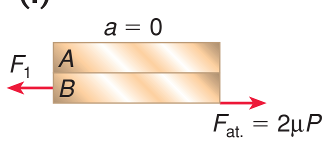
P.285 Nos três casos, a força de atrito entre B e o solo, na iminência de movimento ou velocidade constante, é $\mu \cdot F_N$, onde F_N é $P_1 + P_2$ ou $2P$, já que $P_1 = P_2$.

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

A força de atrito entre A e B tem intensidade

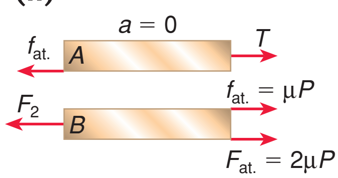
$f_{at.} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot P$, onde $F_N = P =$ peso de A.

(I)



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

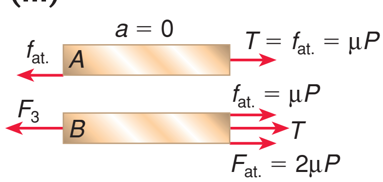
(II)



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

$F_2 = 3\mu \cdot P$

(III)



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

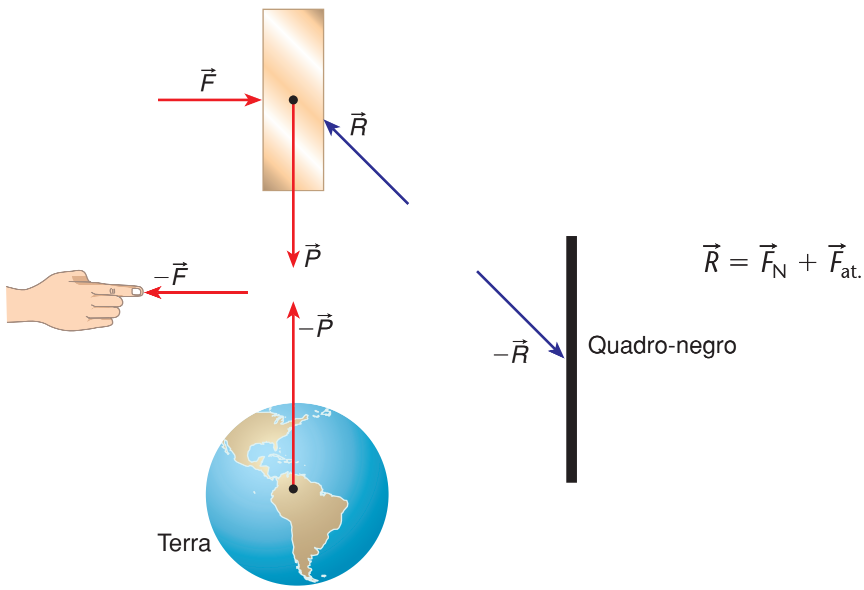
$F_3 = \mu \cdot P + \mu \cdot P + 2\mu \cdot P$

$F_3 = 4\mu \cdot P$

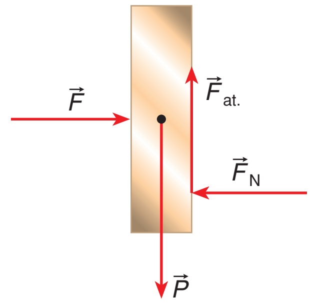
Relações:

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{3\mu \cdot P}{2\mu \cdot P} \Rightarrow \boxed{\frac{F_2}{F_1} = 1{,}5}$ 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) $P - F_{at.} = ma$

$P - \mu_d \cdot F_N = ma$

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

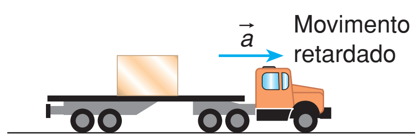
$0,05 \cdot 10 - 0,3 \cdot \dfrac{1,25}{2} = 0,05 \cdot a$

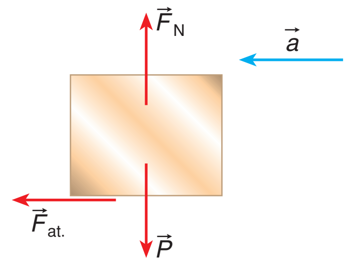
$\boxed{a = 6,25 \text{ m/s}^2}$

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:

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

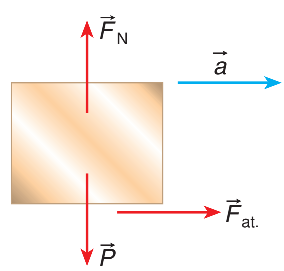
$\Rightarrow\ a = 0{,}25 \cdot 10 \Rightarrow a = 2{,}5\ m/s^2$

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

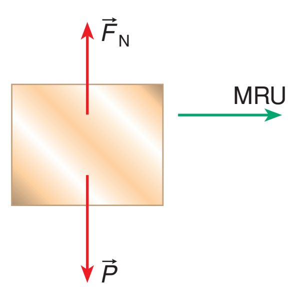
$$0 = 20 - 2{,}5 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 8{,}0\ s}$$

Observações:

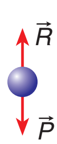
1ª) Se o caminhão estivesse acelerando, as forças no caixote seriam:



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

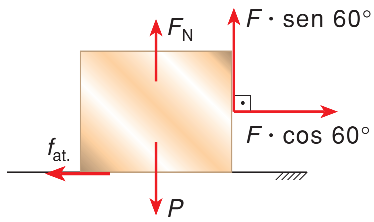


P.288 a)



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:

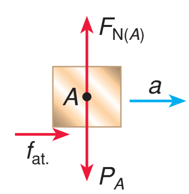
$f_{at.} = F \cdot \cos 60° \Rightarrow f_{at.} = 100 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{f_{at.} = 50\ \text{N}}$

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 $A + B$:

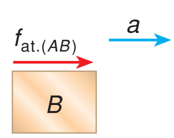
$F = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow F = (2{,}0 + 4{,}0) \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{F = 24\ \text{N}}$

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

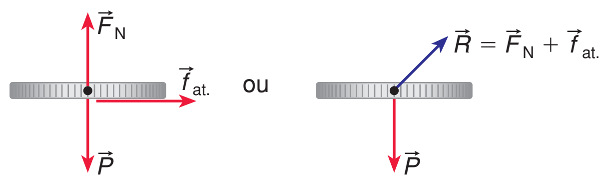
De ① e ②:

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

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

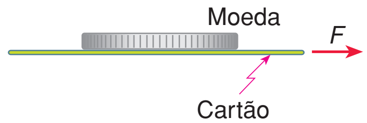
$\boxed{\mu_{mín.} = 0{,}1}$

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

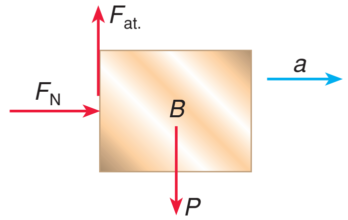
Se F for maior do que $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ N, a moeda vai escorregar.

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 ($F_{at.} = \mu \cdot F_N$):

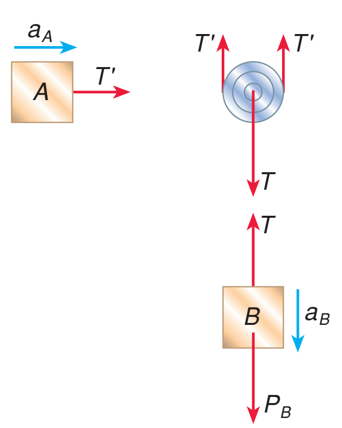
$$\begin{cases} F_{at.} = P \\ F_N = ma \end{cases}$$



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

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

P.294



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

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

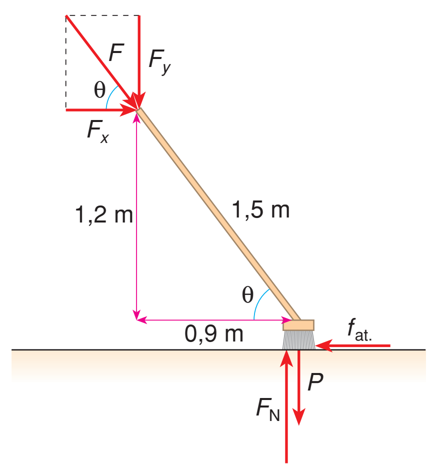
Bloco B: $P_B - T = m_B \cdot a_B \Rightarrow 20 - T = 2{,}0 \cdot a_B$ ②

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



$F_x = F \cdot \cos\theta$

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

$F_x = 0{,}6F$

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

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

$F_y = 0{,}8F$

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:

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

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

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

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

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

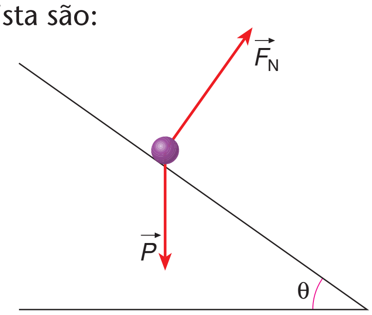
P.296 $F_{cp} = ma_{cp} \Rightarrow F_{cp} = m\omega^2 R \Rightarrow F_{cp} = m \cdot (2\pi \cdot f)^2 \cdot R \Rightarrow$

$\Rightarrow F_{cp} = m \cdot 4\pi^2 f^2 \cdot R \Rightarrow F_{cp} \simeq 0{,}25 \cdot 4 \cdot (3{,}14)^2 \cdot (4{,}0)^2 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{F_{cp} \simeq 80 \text{ N}}$

P.297 a) As forças que agem sobre o sistema bicicleta-ciclista são:

$\vec{P}$: peso do sistema

$\vec{F}_N$: força normal aplicada pela pista



P.298 a) **Cálculo da velocidade máxima ao fazer a curva**

$f_{at.} = m \cdot \dfrac{v^2}{R}$

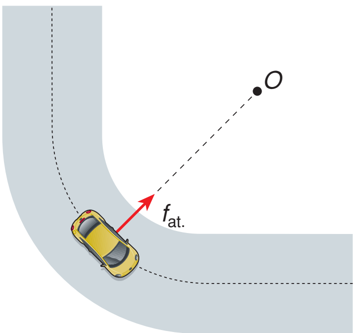
$f_{at.(máx.)} = m \cdot \dfrac{v^2_{máx.}}{R}$

$\mu \cdot mg = m \cdot \dfrac{v^2_{máx.}}{R}$

$v_{máx.} = \sqrt{\mu R \cdot g}$

$v_{máx.} = \sqrt{0{,}3 \cdot 48 \cdot 10}$

$\boxed{v_{máx.} = 12 \dfrac{\text{m}}{\text{s}} = 43{,}2 \dfrac{\text{km}}{\text{h}}}$



Sendo $60 \dfrac{\text{km}}{\text{h}} > v_{máx.}$, concluímos que o carro não conseguirá fazer a curva.

b) A velocidade máxima não depende da massa *m*. Portanto, ao diminuirmos a massa, a velocidade máxima não se alterará.

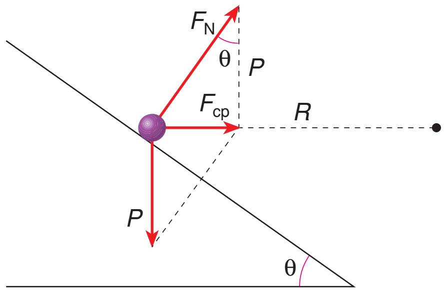
c) Ao efetuar o movimento circular, o vetor velocidade variará em direção e sentido.

b) A resultante das forças $\vec{P}$ e $\vec{F}_N$ é a força centrípeta $\vec{F}_{cp}$:

$$\text{tg}\ \theta = \frac{F_{cp}}{P}$$

$$\text{tg}\ \theta = \frac{m \cdot \frac{v^2}{R}}{mg}$$

$$\boxed{\text{tg}\ \theta = \frac{v^2}{Rg}} \quad ①$$



$$\text{tg}\ \theta = \frac{(20)^2}{70 \cdot 10}$$

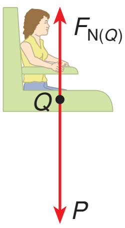
$$\boxed{\text{tg}\ \theta \simeq 0{,}57}$$

Logo, θ é o ângulo cuja tangente vale $\simeq$ 0,57.

c) O resultado não depende da massa do sistema bicicleta-ciclista, conforme se observa na fórmula ①.

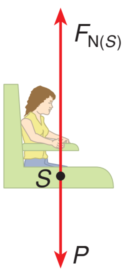
P.299 a) A força resultante é centrípeta:
direção: vertical
sentido: de cima para baixo
módulo: $F_{cp} = m \cdot \omega^2 \cdot R \Rightarrow F_{cp} = 30 \cdot (0{,}40)^2 \cdot 5{,}0 \Rightarrow \boxed{F_{cp} = 24\ \text{N}}$

b) Ponto Q:
$P - F_{N(Q)} = F_{cp} \Rightarrow F_{N(Q)} = P - F_{cp}$ ①



Ponto S:
$F_{N(S)} - P = F_{cp} \Rightarrow F_{N(S)} = P + F_{cp}$ ②

De ① e ②: $\boxed{F_{N(S)} > F_{N(Q)}}$



Portanto, a força que o banco faz sobre Ana tem maior módulo quando ela passa pelo ponto S.

P.300 $F_{cp} = ma_{cp}$

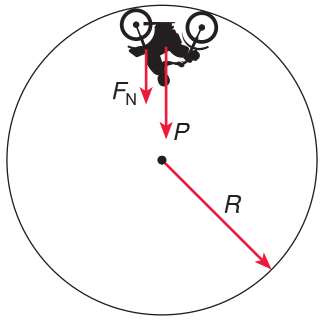
$F_N + P = m\dfrac{v^2}{R}$

Quando temos $v_{mín.}$, então $F_N = 0$.

Logo:

$mg = m\dfrac{v^2_{mín.}}{R} \Rightarrow v_{mín.} = \sqrt{Rg}$

Sendo $R = 3{,}6$ m e $g = 10$ m/s^2, temos: $\boxed{v_{mín.} = 6 \text{ m/s}}$



P.301 a) Triângulo BCO:

$(2{,}5)^2 = 2^2 + (OC)^2 \Rightarrow OC = 1{,}5$ m

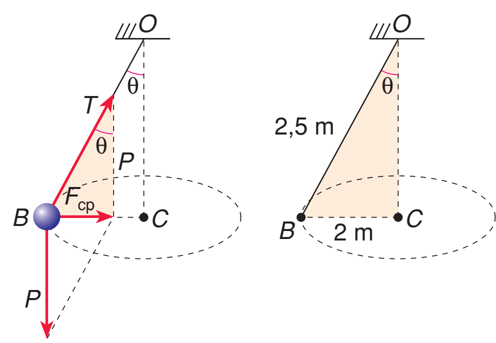
$\cos\theta = \dfrac{1{,}5}{2{,}5} \Rightarrow \cos\theta = 0{,}6$

Triângulo das forças:

$\cos\theta = \dfrac{P}{T}$

$0{,}6 = \dfrac{3}{T}$

$\boxed{T = 5 \text{ N}}$



b) Aplicando o teorema de Pitágoras, vem:

$$T^2 = P^2 + F^2_{cp} \Rightarrow 5^2 = 3^2 + F^2_{cp} \Rightarrow F_{cp} = 4 \text{ N}$$

Cálculo da frequência f de rotação:

$F_{cp} = m\omega^2R$

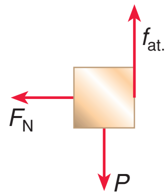
$F_{cp} = m \cdot (2\pi f)^2 \cdot R$

$F_{cp} = m \cdot 4\pi^2 f^2 \cdot R$

$4 = 0{,}3 \cdot 4 \cdot (3{,}14)^2 \cdot f^2 \cdot 2$

$\boxed{f \simeq 0{,}4 \text{ Hz}}$

P.302 a)



$f_{at.} = P$

$F_N = F_{cp}$

$F_N = \frac{P}{g} \cdot \omega_1^2 \cdot R$

b) • Para $\omega = \omega_1$, tem-se $f_{at.} = P = f_{at.(máx.)}$, pois o corpo está na iminência de escorregar.

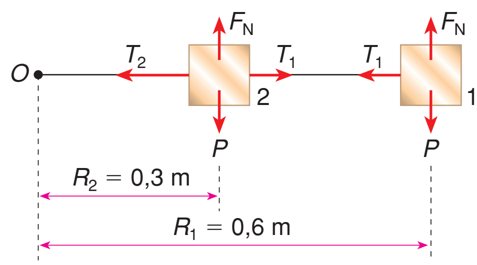
• Aumentando-se ω, $f_{at.}$ continua igual a P, mas menor que $f_{at.(máx.)}$. Isso ocorre porque $f_{at.(máx.)}$ aumenta em virtude do aumento de F_N, que é dada por $F_N = \frac{P}{g} \cdot \omega^2 \cdot R$. Desse modo, temos: $f_{at} = P < f_{at.(máx.)}$. O corpo **não** tende a subir; apenas deixa de ficar na iminência de escorregar para baixo.

c) Se o compartimento gira com velocidade angular ω_1, o corpo de peso P está na iminência de escorregar. Desse modo, temos:

$$f_{at.(máx.)} = P \Rightarrow \mu \cdot F_N = P \Rightarrow \mu \cdot \frac{P}{g} \cdot \omega_1^2 \cdot R = P$$

Observe que o peso é cancelado, o que significa que a velocidade angular não depende dele. Por isso, se o peso fosse $\frac{P}{2}$, o corpo continuaria na iminência de escorregar para baixo, sem se movimentar na vertical.

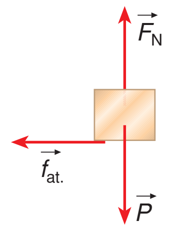
P.303



Corpo 1: $T_1 = m\omega^2 R_1 \Rightarrow T_1 = 0,2 \cdot 4^2 \cdot 0,6 \Rightarrow \boxed{T_1 = 1,92 \text{ N}}$

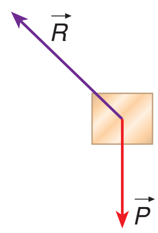
Corpo 2: $T_2 - T_1 = m\omega^2 R_2 \Rightarrow T_2 - 1,92 = 0,2 \cdot 4^2 \cdot 0,3 \Rightarrow \boxed{T_2 = 2,88 \text{ N}}$

P.304 a)



$\vec{f}_{at.}$: força de atrito
$\vec{F}_N$: força normal
$\vec{P}$: peso do bloco

Observação:
$\vec{F}_N$ e $\vec{f}_{at.}$ são as componentes da força $\vec{R}$ que o disco aplica no bloco:



$\vec{R} = \vec{F}_N + \vec{f}_{at.}$

b) $f_{at.} = F_{cp}$

$f_{at.} = m \cdot \omega^2 \cdot r$

$f_{at.(máx.)} = m \cdot \omega^2_{máx.} \cdot r$

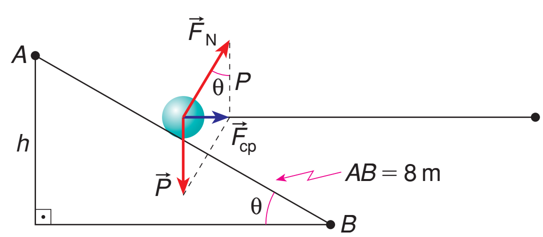
$\mu \cdot mg = m \cdot \omega^2_{máx.} \cdot r$

$$\boxed{\omega_{máx.} = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}}$$

c) Duplicando r concluímos que $\omega_{máx.}$ fica dividido por $\sqrt{2}$, ou seja, $\omega_{máx.}$ fica multiplicado por $\frac{\sqrt{2}}{2}$:

$$\boxed{\omega'_{máx.} = \omega_{máx.} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

P.305



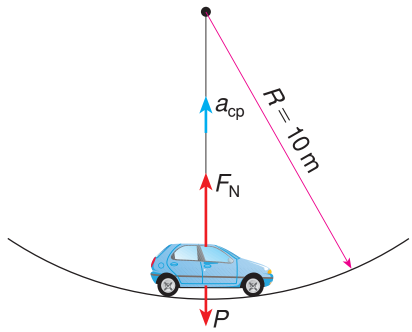
$$\text{tg}\ \theta = \frac{F_{cp}}{P} = \frac{\left(\frac{mv^2}{R}\right)}{mg}$$

$$\text{tg}\ \theta = \frac{v^2}{Rg}$$

Sendo $\text{sen}\ \theta = \frac{h}{8}$ e considerando $\text{sen}\ \theta \simeq \text{tg}\ \theta$, temos:

$$\frac{h}{8} = \frac{v^2}{Rg} \Rightarrow \frac{h}{8} = \frac{20^2}{600 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{h \simeq 0{,}53\ \text{m}}$$

P.306



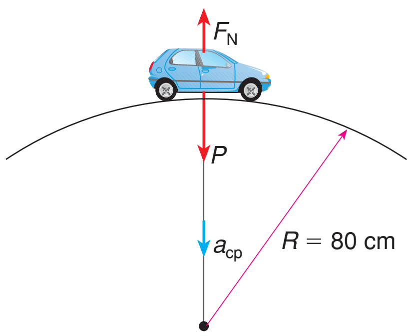
$$F_N - P = ma_{cp}$$

$$F_N - P = m\frac{v^2}{R}$$

$$F_N - 10.000 = 1.000 \cdot \frac{15^2}{10}$$

$$\boxed{F_N = 32.500 \text{ N}}$$

P.307



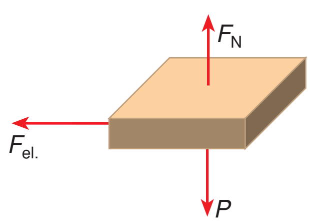
$$P - F_N = ma_{cp}$$

$$P - F_N = m\frac{v^2}{R}$$

$$16.000 - F_N = 1.600 \cdot \frac{20^2}{80}$$

$$\boxed{F_N = 8.000 \text{ N}}$$

P.308 a)



b) $F_{el.} = m\omega^2 R \Rightarrow kx = m\omega^2 R \Rightarrow k(R - L) = m\omega^2 R \Rightarrow$

$\Rightarrow k(0{,}8 - 0{,}6) = 2 \cdot 5^2 \cdot 0{,}8 \Rightarrow \boxed{k = 200 \text{ N/m}}$

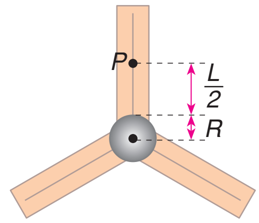
P.309

$$\begin{cases} T = m_1 \cdot \dfrac{v^2}{R} & (1) \\ T = m_2 \cdot g & (2) \end{cases}$$

Substituindo (2) em (1), temos:

$$m_2 \cdot g = m_1 \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{v^2}{Rg} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{5{,}0^2}{0{,}50 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{\frac{m_2}{m_1} = 5{,}0}$$

P.310 a) A força que o prego transmite ao rotor tem intensidade igual à da resultante centrípeta que age no prego:



$$F_{cp} = m_P \cdot \omega^2 \cdot R_P \Rightarrow F_{cp} = m_P \cdot (2\pi f)^2 \cdot \left(R + \frac{L}{2}\right)$$

Sendo $f = 60$ rpm $= \frac{60}{60}$ Hz $= 1,0$ Hz, temos:

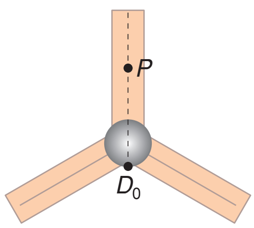
$$F_{cp} = 0,020 \cdot (2 \cdot 3 \cdot 1,0)^2 \cdot \left(0,10 + \frac{0,50}{2}\right) \Rightarrow \boxed{F_{cp} = 0,252 \text{ N}}$$

b) Nesse caso, o contrapeso deve exercer no rotor uma força que equilibra a força exercida pelo prego:

$$m_P \cdot \omega^2 \cdot R_P = M_0 \cdot \omega^2 \cdot R \Rightarrow m_P \cdot R_P = M_0 \cdot R \Rightarrow 0,020 \cdot 0,35 = M_0 \cdot 0,10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{M_0 = 0,070 \text{ kg}}$$

c)



P.311 a) Dados: $F = 20$ N e $d = 2{,}0$ m

Como o bloco está se deslocando em MRU, temos que: $f_{at.} = F = 20$ N

$$\mathcal{T}_F = Fd \cdot \cos 0° \Rightarrow \mathcal{T}_F = 20 \cdot 2{,}0 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_F = 40 \text{ J}}$$

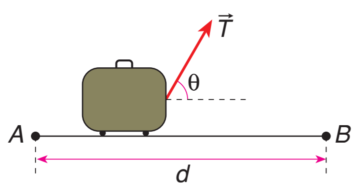
$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = f_{at.} d \cdot \cos 180° \Rightarrow \mathcal{T}_{f_{at.}} = 20 \cdot 2{,}0 \cdot (-1) \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_{f_{at.}} = -40 \text{ J}}$$

b) $\mathcal{T}_{F_R} = \mathcal{T}_F + \mathcal{T}_{f_{at.}} + \mathcal{T}_P + \mathcal{T}_{F_N}$, em que $\mathcal{T}_P = 0$ e $\mathcal{T}_{F_N} = 0$

$$\mathcal{T}_{F_R} = 40 - 40 + 0 + 0$$

$$\boxed{\mathcal{T}_{F_R} = 0}$$

P.312 Dados: $T = 1{,}0 \cdot 10^2$ N; $\theta = 60°$ e $d = 50$ m



$$\mathcal{T} = Fd \cdot \cos \theta$$

$$\mathcal{T} = Td \cdot \cos 60°$$

$$\mathcal{T} = 1{,}0 \cdot 10^2 \cdot 50 \cdot 0{,}50$$

$$\mathcal{T} = 25 \cdot 10^2$$

$$\boxed{\mathcal{T} = 2{,}5 \cdot 10^3 \text{ J}}$$

P.313 a) Dados: $F_{máx.} = 4$ N e $m = 2$ kg

$$a_{máx.} = \frac{F_{máx.}}{m} \Rightarrow a_{máx.} = \frac{4}{2} \Rightarrow \boxed{a_{máx.} = 2 \text{ m/s}^2}$$

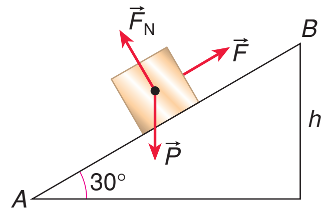
b) Pela área do gráfico: $\mathcal{T} = \dfrac{3 \cdot 4}{2} \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 6 \text{ J}}$

P.314 Dados: $m = 0{,}2$ kg; $L = 0{,}8$ m e $g = 10$ m/s^2

$$\mathcal{T}_P = mgL \Rightarrow \mathcal{T}_P = 0{,}2 \cdot 10 \cdot 0{,}8 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_P = 1{,}6 \text{ J}}$$

P.315 Dados: $m = 2{,}0$ kg; $\theta = 30°$; $F = 20$ N; $g = 10$ m/s^2; $h = 2{,}0$ m

Cálculo de AB:



$$AB = \frac{h}{\text{sen } 30°} = \frac{2{,}0}{0{,}5} \Rightarrow AB = 4{,}0 \text{ m}$$

$$\tau_F = F \cdot AB \Rightarrow \tau_F = 20 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{\tau_F = 80 \text{ J}}$$

$$\tau_P = -Ph \Rightarrow \tau_P = -mgh = -2{,}0 \cdot 10 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{\tau_P = -40 \text{ J}}$$

$\boxed{\tau_{F_N} = 0}$, pois $\vec{F}_N$ é perpendicular ao deslocamento.

P.316 a) $\tau_{OA} = -\dfrac{kx^2}{2} \Rightarrow \tau_{OA} = -\dfrac{50 \cdot (0{,}10)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\tau_{OA} = -0{,}25 \text{ J}}$

b) $\tau_{BO} = +\dfrac{kx^2}{2} \Rightarrow \tau_{BO} = +\dfrac{50 \cdot (0{,}20)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\tau_{BO} = +1{,}0 \text{ J}}$

c) $\tau_{BA} = \tau_{BO} + \tau_{OA} \Rightarrow \boxed{\tau_{BA} = +0{,}75 \text{ J}}$

P.317 De $Pot = \dfrac{\tau}{\Delta t}$, vem:

$$\tau = Pot \cdot \Delta t \Rightarrow \tau = 60 \cdot \text{kW} \cdot (0{,}5 \text{ h}) \Rightarrow \boxed{\tau = 30 \text{ kWh}}$$

$$\tau = Pot \cdot \Delta t \Rightarrow \tau = (60 \cdot 10^3 \text{ W}) \cdot (30 \cdot 60 \text{ s}) \Rightarrow \boxed{\tau = 1{,}08 \cdot 10^8 \text{ J}}$$

P.318 a) Dados: $m = 60$ kg; $\Delta t = 10$ s; $h = 20 \times 0{,}20$ m $= 4{,}0$ m; $g = 10$ m/s^2

$$\tau = -mgh = -60 \cdot 10 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \tau = -2.400 \text{ J} \Rightarrow \boxed{|\tau| = 2.400 \text{ J}}$$

b) $Pot_m = \dfrac{\tau}{\Delta t} = \dfrac{-2.400}{10} \Rightarrow Pot_m = -240 \text{ W} \Rightarrow \boxed{|Pot_m| = 240 \text{ W}}$

P.319 a) Dados: $Pot = 250$ W; $P = 5{,}0 \cdot 10^2$ N; $h = 4{,}0$ m

$$\tau_{motor} = -\tau_P = -(-P \cdot h) \Rightarrow \tau_{motor} = 5{,}0 \cdot 10^2 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{\tau_{motor} = 2{,}0 \cdot 10^3 \text{ J}}$$

b) $Pot = \dfrac{\tau_{motor}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\tau_{motor}}{Pot} = \dfrac{2{,}0 \cdot 10^3}{250} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 8{,}0 \text{ s}}$

P.320 Dados: $m = 30$ kg; $h = 2$ m; $\Delta t = 3$ s; $g = 10$ m/s^2

$\mathcal{T} = mgh = 30 \cdot 10 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 600\ \text{J}}$

$Pot = \dfrac{\mathcal{T}}{\Delta t} = \dfrac{600}{3} \Rightarrow \boxed{Pot = 200\ \text{W}}$

P.321 Da relação deduzida no exercício **R.120**, tem-se:

$Pot = dZgh \Rightarrow 2{,}0 \cdot 10^6 = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow \boxed{h = 5{,}0\ \text{m}}$

P.322 Dados: $m = 0{,}5$ kg; $\Delta s = 10$ m; $v_0 = 0$; $v = 36$ km/h $= 10$ m/s

a) $v^2 = 2a \cdot \Delta s \Rightarrow 100 = 2 \cdot a \cdot 10 \Rightarrow a = 5$ m/s^2

$F = ma \Rightarrow F = 0{,}5 \cdot 5 \Rightarrow F = 2{,}5$ N

$\mathcal{T} = F \cdot \Delta s \Rightarrow \mathcal{T} = 2{,}5 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 25\ \text{J}}$

b) $v = v_0 + at \Rightarrow 10 = 5 \cdot t \Rightarrow t = 2$ s

Assim: $\Delta t = 2$ s

$Pot_m = \dfrac{\mathcal{T}}{\Delta t} \Rightarrow Pot_m = \dfrac{25}{2} \Rightarrow \boxed{Pot_m = 12{,}5\ \text{W}}$

c) $Pot = Fv \Rightarrow Pot = 2{,}5 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{Pot = 25\ \text{W}}$

P.323 Dados: $Pot_t = 16$ hp; $Pot_u = 12$ hp

$\eta = \dfrac{Pot_u}{Pot_t} = \dfrac{12}{16} = 0{,}75 \Rightarrow \boxed{\eta = 75\%}$

P.324 Dados: $\eta = 0{,}7$ (70%); $Pot_t = 10$ cv

$\eta = \dfrac{Pot_u}{Pot_t} \Rightarrow Pot_u = \eta \cdot Pot_t = 0{,}7 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{Pot_u = 7\ \text{cv}}$

P.325 Dados: $P = 2.000$ N; $h = 0{,}75$ m; $\Delta t = 5$ s; $\eta = 0{,}3$

$\mathcal{T}_P = -Ph = -2.000 \cdot 0{,}75 \Rightarrow \mathcal{T}_P = -1.500$ J

$\mathcal{T}_{motor} = -\mathcal{T}_P \Rightarrow \mathcal{T}_{motor} = 1.500$ J

$$Pot_u = \frac{\mathcal{T}_{motor}}{\Delta t} = \frac{1.500}{5} \Rightarrow Pot_u = 300 \text{ W} = 0{,}3 \text{ kW}$$

$$Pot_t = \frac{Pot_u}{\eta} = \frac{0{,}3}{0{,}3} \Rightarrow \boxed{Pot_t = 1 \text{ kW}}$$

Como $1 \text{ kW} \simeq \frac{4}{3}$ hp, vem: $\boxed{Pot_t = \frac{4}{3} \text{ hp}}$

P.326 Dados: $v_0 = 0$; $F = 12$ N; $t = 4$ s; $\Delta s = 20$ m

a) $\Delta s = \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow \alpha = \frac{2\Delta s}{t^2} = \frac{2 \cdot 20}{(4)^2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 2{,}5 \text{ m/s}^2}$

b) $F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a} \Rightarrow m = \frac{12}{2{,}5} \Rightarrow \boxed{m = 4{,}8 \text{ kg}}$

c) $\mathcal{T} = F \cdot \Delta s \Rightarrow \mathcal{T} = 12 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 240 \text{ J}}$

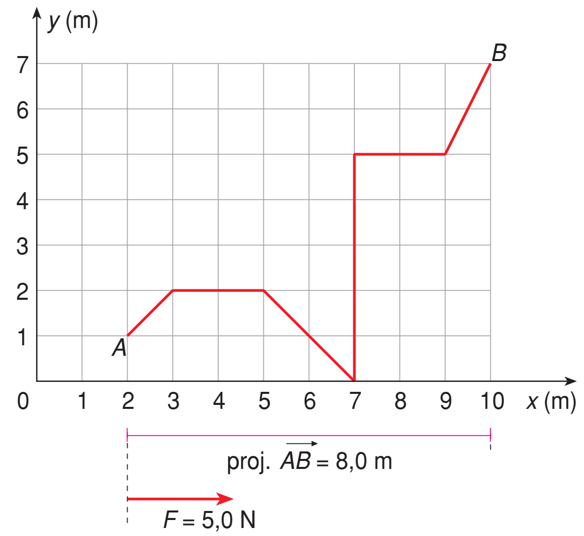
d) $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 2{,}5 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{v = 10 \text{ m/s}}$

P.327 Podemos calcular o trabalho projetando o deslocamento na direção da força, que é a direção do eixo x. Essa projeção vai de 2,0 m a 10 m, ou seja, é igual a 8,0 m. Assim, temos:

$\mathcal{T} = F \cdot \text{proj. } \overrightarrow{AB}$

$\mathcal{T} = 5{,}0 \cdot 8{,}0$

$\boxed{\mathcal{T} = 40 \text{ J}}$



P.328 Dados: $m = 500$ kg e o gráfico $F \times d$

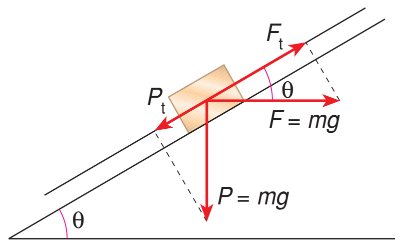
a) O trabalho da força motora é calculado pela área no gráfico $F \times d$.

$$\tau = \frac{600 + 400}{2} \cdot 800 \Rightarrow \tau = 400 \cdot 10^3 \text{ J} \Rightarrow \boxed{\tau = 400 \text{ kJ}}$$

b) Quando o carro passa pelo ponto a 400 m da origem, temos: $F = 800$ N

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{800}{500} \Rightarrow \boxed{a = 1{,}6 \text{ m/s}^2}$$

P.329 a) Na direção paralela ao plano inclinado, temos:



$F_t = F \cdot \cos\theta$

$F_t = mg \cdot 0{,}8$

$P_t = P \cdot \text{sen}\,\theta$

$P_t = mg \cdot 0{,}6$

Pelo Princípio Fundamental da Dinâmica, vem:

$$F_t - P_t = m \cdot a$$
$$mg \cdot 0{,}8 - mg \cdot 0{,}6 = m \cdot a$$
$$a = 0{,}2 \cdot g$$
$$a = 0{,}2 \cdot 10$$
$$\boxed{a = 2{,}0 \text{ m/s}^2}$$

b) Da definição de trabalho, temos:

$W_F = F_t \cdot d$

$W_P = -P_t \cdot d$

Portanto: $\dfrac{W_F}{W_P} = -\dfrac{F_t}{P_t} = -\dfrac{mg \cdot 0{,}8}{mg \cdot 0{,}6} \Rightarrow \boxed{\dfrac{W_F}{W_P} = -\dfrac{4}{3}}$

P.330 a) Dados: $v_0 = 0$; $v = 108$ km/h $= 30$ m/s; $\Delta s = 150$ m

$$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 900 = 2\alpha \cdot 150 \Rightarrow \boxed{\alpha = 3 \text{ m/s}^2}$$

b) $F = ma$, em que $a = \alpha = 3$ m/s^2 e $m = 1.200$ kg

$F = 1.200 \cdot 3$

$F = 3.600$ N

$$v_m = \frac{v + v_0}{2} = \frac{30 + 0}{2} \Rightarrow v_m = 15 \text{ m/s}$$

$$Pot_m = Fv_m = 3.600 \cdot 15 \Rightarrow Pot_m = 54.000 \text{ W} \Rightarrow \boxed{Pot_m = 54 \text{ kW}}$$

P.331 a) Quando o elevador se movimenta com velocidade constante, a força resultante sobre ele é nula e, portanto, a força aplicada pelo cabo equilibra o peso do elevador:

$$F_1 = P \Rightarrow F_1 = M \cdot g \Rightarrow F_1 = 5.000 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{F_1 = 5{,}0 \cdot 10^4\ \text{N}}$$

b) Pelo Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$F_2 - P = M \cdot a$$
$$F_2 = Mg + Ma$$
$$F_2 = M \cdot (g + a)$$
$$F_2 = 5.000 \cdot (10 + 5)$$
$$\boxed{F_2 = 7{,}5 \cdot 10^4\ \text{N}}$$

c) $Pot = F_2 \cdot V_2 \Rightarrow 150 \cdot 10^3 = 7{,}5 \cdot 10^4 \cdot V_2 \Rightarrow \boxed{V_2 = 2{,}0\ \text{m/s}}$

d) De $Pot = F \cdot V$, com Pot constante, concluímos que V é máximo quando F é mínimo. O mínimo valor de F é igual ao peso P.

Assim:

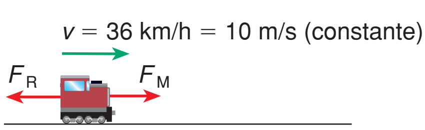
$Pot = P \cdot V_L$

$Pot = M \cdot g \cdot V_L$

$150 \cdot 10^3 = 5.000 \cdot 10 \cdot V_L$

$\boxed{V_L = 3{,}0\ \text{m/s}}$

P.332



F_M: força motora

F_R: força de resistência

Sendo v constante, resulta:

$F_M = F_R = 0{,}6 \cdot P = 0{,}6 \cdot mg \Rightarrow F_M = 0{,}6 \cdot 1.000 \cdot 10 \Rightarrow F_M = 6.000\ \text{N}$

Potência do motor:

$$Pot_M = F_M \cdot v \Rightarrow Pot_M = 6.000 \cdot 10 \Rightarrow Pot_M = 60.000\ \text{W} \Rightarrow \boxed{Pot_M = 60\ \text{kW}}$$

P.333 Cálculo da potência útil (Pot_u) da bomba hidráulica:

$$Pot_u = \frac{\mathcal{T}}{\Delta t} \Rightarrow Pot_u = \frac{mgh}{\Delta t} \Rightarrow Pot_u = \frac{dVgh}{\Delta t}$$

Sendo $\frac{V}{\Delta t} = Z$ (vazão da bomba), temos:

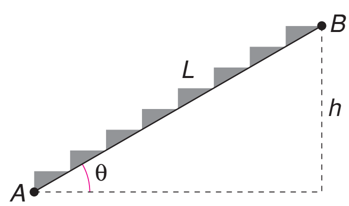
$Pot_u = dZgh \Rightarrow Pot_u = 1 \cdot 7{,}5 \cdot 10 \cdot 10 \Rightarrow Pot_u = 750 \text{ W} \Rightarrow Pot_u = 1 \text{ hp}$

Cálculo da potência total (Pot_t) da bomba:

$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot_t} \Rightarrow 0{,}8 = \frac{1}{Pot_t} \Rightarrow \boxed{Pot_t = 1{,}25 \text{ hp}}$$

P.334 Dados: $L = 15$ m; $\theta = 30°$; $g = 10$ m/s^2; $m = 80$ kg

a)



Cálculo da altura h:

$h = L \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow h = 15 \cdot 0{,}5 \Rightarrow h = 7{,}5$ m

O trabalho da força motora para levar um homem de 80 kg de A até B é dado por:

$\mathcal{T}_{motor} = -\mathcal{T}_P = -(-mgh) = mgh$

$\mathcal{T}_{motor} = 80 \cdot 10 \cdot 7{,}5$

$\boxed{\mathcal{T}_{motor} = 6.000 \text{ J}}$

b) Temos que: $\Delta t = 30$ s

$$Pot_u = \frac{\mathcal{T}_{motor}}{\Delta t} \Rightarrow Pot_u = \frac{6.000}{30} \Rightarrow \boxed{Pot_u = 200 \text{ W}}$$

c) Temos que: $Pot_t = 400$ W

$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot_t} \Rightarrow \eta = \frac{200}{400} \Rightarrow \eta = 0{,}5 \Rightarrow \boxed{\eta = 50\%}$$

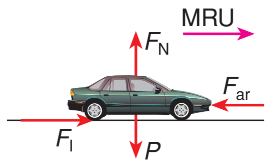
P.335 Como $Pot = Fv$ e sendo $F = Kv$, temos: $Pot = Kv^2$

Para $Pot = 20$ hp e $v = 10$ m/s, temos: $20 = K \cdot 10^2$ ①

Para $v = 30$ m/s a potência é: $Pot = K \cdot 30^2$ ②

Dividindo-se ② por ①, temos: $\frac{Pot}{20} = \frac{30^2}{10^2} \Rightarrow \boxed{Pot = 180 \text{ hp}}$

P.336 a)



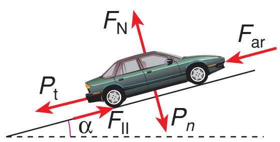
Trecho I

$Pot_{motor} = F_I \cdot v$

$30 \cdot 10^3 = F_I \cdot 20$

$\boxed{F_I = 1{,}5 \cdot 10^3\ N}$

Como o automóvel se desloca em MRU, temos: $F_{ar} = F_I = 1{,}5 \cdot 10^3$ N



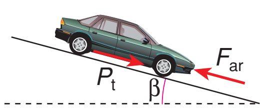
Trecho II

$F_{II} = P_t + F_{ar}$

$F_{II} = mg \cdot \text{sen}\ \alpha + F_{ar}$

$F_{II} = 1.000 \cdot 10 \cdot 0{,}10 + 1{,}5 \cdot 10^3$

$\boxed{F_{II} = 2{,}5 \cdot 10^3\ N}$



Trecho IV

Sendo:

$P_t = mg \cdot \text{sen}\ \beta \Rightarrow P_t = 1.000 \cdot 10 \cdot 0{,}15 \Rightarrow$

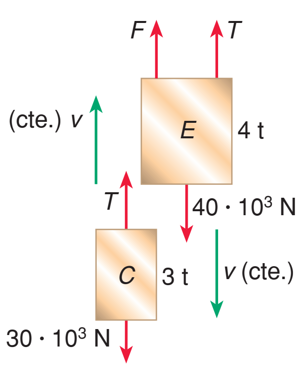
$\Rightarrow P_t = 1{,}5 \cdot 10^3$ N

Sendo $F_{ar} = 1{,}5 \cdot 10^3$ N, concluímos que:

$\boxed{F_{IV} = 0}$

b) $Pot_{II} = F_{II} \cdot v \Rightarrow Pot_{II} = 2{,}5 \cdot 10^3 \cdot 20 \Rightarrow Pot_{II} = 50 \cdot 10^3\ W \Rightarrow \boxed{Pot_{II} = 50\ kW}$

P.337



v = constante $\Rightarrow a = 0$

Bloco C:

$T = 30 \cdot 10^3$ N

Bloco E:

$F + T = 40 \cdot 10^3$ N

$F + 30 \cdot 10^3 = 40 \cdot 10^3$

$F = 10 \cdot 10^3$ N

A potência útil é dada por:

$Pot_u = F \cdot v$

$Pot_u = 10 \cdot 10^3 \cdot 2$

$Pot_u = 20 \cdot 10^3$ W

$Pot_u = 20$ kW

A potência requerida pelo motor é dada por:

$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot_{motor}} \Rightarrow Pot_{motor} = \frac{Pot_u}{\eta} \Rightarrow Pot_{motor} = \frac{20\ kW}{0{,}8} \Rightarrow \boxed{Pot_{motor} = 25\ kW}$$

P.338 Dados: $m = 10$ kg; $v_0 = 0$; $v = 144$ km/h $= 40$ m/s; $\Delta t = 16$ s

$$\mathcal{T} = E_c - E_{c(0)} \Rightarrow \mathcal{T} = \frac{mv^2}{2} - 0 = \frac{10 \cdot (40)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 8.000 \text{ J}}$$

Sugestão de outra solução (mais trabalhosa):

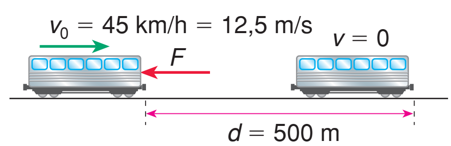
$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 40 = \alpha \cdot 16 \Rightarrow \alpha = 2{,}5 \text{ m/s}^2$

$F = m|\alpha| \Rightarrow 10 \cdot 2{,}5 \Rightarrow F = 25 \text{ N}$

$$\Delta s = \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow \Delta s = \frac{1}{2} \cdot 2{,}5 \cdot (16)^2 \Rightarrow \Delta s = 320 \text{ m}$$

$$\mathcal{T} = F \cdot \Delta s \Rightarrow \mathcal{T} = 25 \cdot 320 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 8.000 \text{ J}}$$

P.339 Vamos calcular a força F pelo teorema da energia cinética:



$\mathcal{T}_R = E_c - E_{c(0)}$

$$-F \cdot d = \cancelto{0}{\frac{mv^2}{2}} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-F \cdot 500 = 0 - \frac{60.000 \cdot (12{,}5)^2}{2}$$

$$\boxed{F = 9.375 \text{ N}}$$

P.340 Dados: $m = 20$ g $= 20 \cdot 10^{-3}$ kg; $v_0 = 240$ m/s; $v = 0$

a) $$E_{c(0)} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow E_{c(0)} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot (240)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_{c(0)} = 576 \text{ J}}$$

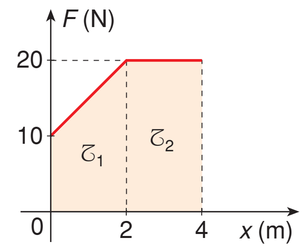
$$\mathcal{T}_R = E_c - E_{c(0)} \Rightarrow \mathcal{T} = 0 - 576 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = -576 \text{ J}}$$

b) Dado: $d = 18$ cm $= 0{,}18$ m

$$\mathcal{T} = F_m \cdot d \Rightarrow -576 = -F_m \cdot 0{,}18 \Rightarrow \boxed{F_m = 3.200 \text{ N}}$$

P.341 Dados: $m = 2$ kg; $v_0 = 5$ m/s

Cálculo do trabalho pelo gráfico:



$$\mathcal{T}_1 = \frac{20 + 10}{2} \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{T}_1 = 30 \text{ J}$$

$$\mathcal{T}_2 = 20 \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{T}_2 = 40 \text{ J}$$

$$\mathcal{T} = \mathcal{T}_1 + \mathcal{T}_2 \Rightarrow \mathcal{T} = 30 + 40 \Rightarrow \mathcal{T} = 70 \text{ J}$$

$$E_{c(0)} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow E_{c(0)} = \frac{2 \cdot (5)^2}{2} \Rightarrow E_{c(0)} = 25 \text{ J}$$

$$\mathcal{T} = E_c - E_{c(0)} \Rightarrow E_c = E_{c(0)} + \mathcal{T} = 25 + 70 \Rightarrow \boxed{E_c = 95 \text{ J}}$$

P.342 Dados: $\mathcal{T}_H = 12$ J; $h = 2$ m

a) $E_{c(0)} = 0$ e $E_c = 0 \Rightarrow \mathcal{T}_R = 0$

Mas: $\mathcal{T}_R = \mathcal{T}_H + \mathcal{T}_P = 0$

Portanto: $\mathcal{T}_P = -\mathcal{T}_H \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_P = -12 \text{ J}}$

b) $\mathcal{T}_P = -Ph \Rightarrow -12 = -P \cdot 2 \Rightarrow \boxed{P = 6 \text{ N}}$

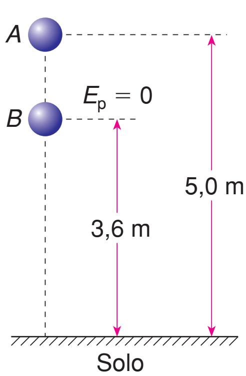
P.343 Dados:

$m = 50 \text{ g} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 5{,}0 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$; $h_A = 5{,}0$ m; $h_B = 3{,}6$ m; $g = 10 \text{ m/s}^2$

a) $E_{p(A)} = mgh_A \Rightarrow E_{p(A)} = 5{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 5{,}0 \Rightarrow \boxed{E_{p(A)} = 2{,}5 \text{ J}}$

$E_{p(B)} = mgh_B \Rightarrow E_{p(B)} = 5{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 3{,}6 \Rightarrow \boxed{E_{p(B)} = 1{,}8 \text{ J}}$

b)



$h'_A = 5{,}0 - 3{,}6 \Rightarrow h'_A = 1{,}4$ m

$E'_{p(A)} = mgh'_A \Rightarrow E'_{p(A)} = 5{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 1{,}4 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{E'_{p(A)} = 0{,}70 \text{ J}}$

Como $h'_B = 0$, temos: $\boxed{E'_{p(B)} = 0}$

P.344 Dados: $m = 5{,}0 \cdot 10^2 \text{ g} = 0{,}50 \text{ kg}$; $h = 50$ m; $v = 10$ m/s; $g = 10 \text{ m/s}^2$

a) $E_c = \dfrac{mv^2}{2} \Rightarrow E_c = \dfrac{0{,}50 \cdot (10)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_c = 25 \text{ J}}$

b) $E_p = mgh \Rightarrow E_p = 0{,}50 \cdot 10 \cdot 50 \Rightarrow \boxed{E_p = 250 \text{ J}}$

P.345 a) Dados: $E_p = 2{,}0$ J; $x = 20$ cm $= 0{,}20$ m

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow k = \frac{2E_p}{x^2} \Rightarrow k = \frac{2 \cdot 2{,}0}{(0{,}20)^2} \Rightarrow \boxed{k = 1{,}0 \cdot 10^2 \text{ N/m}}$$

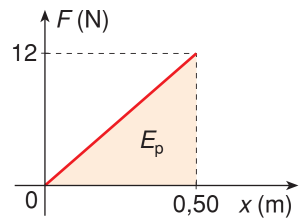
b) Para $x' = 10$ cm $= 0{,}10$ m, temos:

$$E'_p = \frac{kx'^2}{2} \Rightarrow E'_p = \frac{1{,}0 \cdot 10^2 \cdot (0{,}10)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E'_p = 0{,}50 \text{ J}}$$

P.346 a) Dados: $F = 12$ N; $x = 0{,}50$ m

$$F = kx \Rightarrow 12 = k \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{k = 24 \text{ N/m}}$$

b) Pela área sombreada no gráfico, temos:



$$E_p = \frac{0{,}50 \cdot 12}{2} \Rightarrow \boxed{E_p = 3{,}0 \text{ J}}$$

P.347 Dados: $m = 5$ g $= 5 \cdot 10^{-3}$ kg; $h = 5$ m; $g = 10$ m/s^2

No alto: $E_{mec.(1)} = E_{p(1)} + E_{c(1)} = mgh + 0 = mgh$

No solo: $E_{mec.(2)} = E_{p(2)} + E_{c(2)} = 0 + \dfrac{mv^2}{2}$

$$E_{mec.(2)} = E_{mec.(1)} \Rightarrow mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh \quad ①$$

Substituindo os dados em ①, temos:

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5 \Rightarrow v^2 = 100 \Rightarrow \boxed{v = 10 \text{ m/s}}$$

P.348 Dados: $m = 10$ g $= 10^{-2}$ kg; $v_0 = 12$ m/s; $g = 10$ m/s^2

$$E_{mec.(1)} = E_{mec.(2)} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{(12)^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{h = 7{,}2 \text{ m}}$$

P.349 Dados: $m = 0{,}2$ kg; $h = 25$ m; $v_0 = 20$ m/s; $g = 10$ m/s^2

No alto:

$$E_{c(1)} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{0{,}2 \cdot (20)^2}{2} \Rightarrow E_{c(1)} = 40 \text{ J}$$

$E_{p(1)} = mgh = 0{,}2 \cdot 10 \cdot 25 \Rightarrow E_{p(1)} = 50$ J (em relação ao solo)

$E_{mec.(1)} = E_{c(1)} + E_{p(1)} = 40 + 50 \Rightarrow E_{mec.(1)} = 90$ J

No solo:

$E_{p(2)} = 0$; $E_{c(2)} = ?$

$E_{mec.(2)} = E_{c(2)} + E_{p(2)} \Rightarrow E_{mec.(2)} = E_{c(2)}$

Conservação da energia mecânica:

$$E_{mec.(2)} = E_{mec.(1)} \Rightarrow \boxed{E_{c(2)} = 90 \text{ J}}$$

P.350 Dados: $m = 2$ kg; $v_0 = 0$; $h = 20$ m; $g = 10$ m/s^2

No alto:

$E_{c(1)} = 0$; $E_{p(1)} = mgh = 2 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow E_{p(1)} = 400$ J

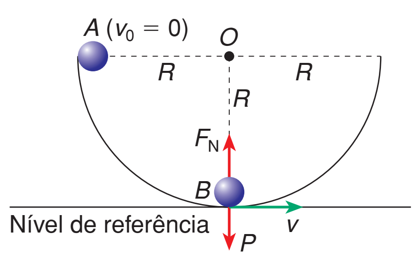
A meia altura:

$$E_{p(2)} = mg\,\frac{h}{2} = 2 \cdot 10 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E_{p(2)} = 200 \text{ J}}$$

$$E_{mec.(1)} = E_{mec.(2)} \Rightarrow E_{c(1)} + E_{p(1)} = E_{c(2)} + E_{p(2)} \Rightarrow 0 + E_{p(1)} = E_{c(2)} + E_{p(2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{c(2)} = E_{p(1)} - E_{p(2)} = 400 - 200 \Rightarrow \boxed{E_{c(2)} = 200 \text{ J}}$$

P.351



Cálculo da velocidade da esfera ao atingir B:

$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$E_{c(A)} + E_{p(A)} = E_{c(B)} + E_{p(B)}$

$$0 + mgR = \frac{mv^2}{2} + 0$$

$v^2 = 2gR$

Cálculo de F_N:

$$F_N - P = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow F_N - mg = m \cdot \frac{2gR}{R} \Rightarrow \boxed{F_N = 3mg}$$

P.352 a) $E_{mec.(B)} = E_{mec.(C)}$

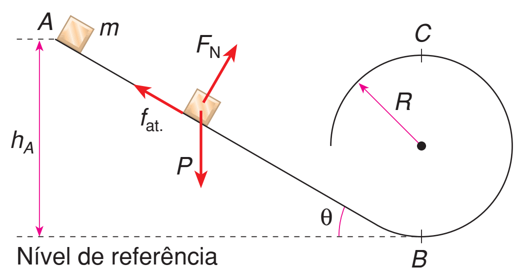
$$\frac{mv_B^2}{2} = \frac{mv_C^2}{2} + mg \cdot 2R$$

$$v_B^2 = v_C^2 + 4Rg$$

$v_{B_{mín.}}$ corresponde a $v_{C_{mín.}} = \sqrt{Rg}$

Portanto:

$$v_{B_{mín.}} = \left(\sqrt{Rg}\right)^2 + 4Rg \Rightarrow \boxed{v_{B_{mín.}} = \sqrt{5Rg}}$$



b) Teorema da energia cinética:

$$\mathcal{T}_R = E_{C(B)} - E_{C(A)}$$

$$\mathcal{T}_P + \mathcal{T}_{f_{at.}} + \mathcal{T}_{F_N} = E_{C(B)} - E_{C(A)}$$

Sendo:

$$\mathcal{T}_P = mgh_A$$

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -f_{at.} \cdot AB$$

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -\mu \cdot mg \cdot \cos\theta \cdot \frac{h_A}{\text{sen}\,\theta}$$

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -\mu mgh_A \cdot \text{cotg}\,\theta$$

$$\mathcal{T}_{F_N} = 0$$

$$E_{C(A)} = 0$$

$$E_{C(B)} = \frac{m \cdot v_{B_{mín.}}^2}{2} \Rightarrow E_{C(B)} = \frac{m \cdot 5Rg}{2}$$

vem:

$$mgh_A - \mu mgh_A \cdot \text{cotg}\,\theta = \frac{m \cdot 5Rg}{2}$$

$$\boxed{h_A = \frac{5R}{2 \cdot (1 - \mu \cdot \text{cotg}\,\theta)}}$$

P.353 $mgh = \dfrac{k \cdot x^2}{2}$

$$0{,}5 \cdot 10 \cdot 1{,}6 = \frac{100 \cdot x^2}{2}$$

$x = 0{,}40$ m ou $\boxed{x = 40\ \text{cm}}$

P.354 A energia potencial elástica do sistema é transformada em energia potencial gravitacional do corpo. Portanto:

$$\frac{kx^2}{2} = mgh \Rightarrow \frac{1.200 \cdot (0{,}1)^2}{2} = 1 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow \boxed{h = 0{,}6\ \text{m}}$$

P.355 Dados: $m = 2$ kg; $k = 2 \cdot 10^4$ N/m; $g = 10$ m/s^2; $h = 5{,}0$ m

A velocidade da esfera é máxima quando a força resultante sobre ela se anula, isto é, $F_{el.} = P$. Nessa situação, temos:

$$kx_1 = mg \Rightarrow x_1 = \frac{mg}{k} = \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 10^4} \Rightarrow \boxed{x_1 = 10^{-3}\text{ m} = 0{,}10\text{ cm}}$$

A energia potencial gravitacional da esfera na posição A, em relação ao nível de referência correspondente à situação 2, converte-se totalmente na energia potencial elástica armazenada pela mola:

$$E_{p(grav.)} = E_{p(elást.)} \Rightarrow mgh = \frac{kx_2^2}{2}$$

Então:

$$2 \cdot 10 \cdot 5{,}0 = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot x_2^2}{2} \Rightarrow x_2^2 = 100 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \boxed{x_2 = 10 \cdot 10^{-2}\text{ m} = 10\text{ cm}}$$

P.356 a) Na posição $x = 1$ m, $E_p = 5$ J e $E_c = 0$. Portanto, a energia mecânica total do sistema é $\boxed{E_{mec.} = 5\text{ J}}$, pois $E_{mec.} = E_p + E_c$.

b) Em $x = 2$ m: $\boxed{E_p = 0}$ (ver gráfico no enunciado)

Logo: $E_{mec.} = E_p + E_c \Rightarrow 5 = 0 + E_c \Rightarrow \boxed{E_c = 5\text{ J}}$

Em $x = 3$ m: $\boxed{E_p = -1\text{ J}}$ (ver gráfico no enunciado)

Logo: $E_{mec.} = E_p + E_c \Rightarrow 5 = -1 + E_c \Rightarrow \boxed{E_c = 6\text{ J}}$

c) De $x = 10$ m até $x = 11$ m, a energia potencial permanece constante, o mesmo acontecendo com a energia cinética. Portanto, a velocidade escalar é constante e o movimento é **uniforme**.

d) De $x = 1$ m a $x = 2$ m, a energia potencial decresce. Em vista da conservação da energia mecânica, a energia cinética aumenta. Portanto, a velocidade escalar aumenta em módulo, o que caracteriza o movimento **acelerado**.

P.357 Dados: $v_B = 4$ m/s; $h = 3{,}2$ m; $g = 10$ m/s^2

A perda de energia mecânica é 20%. Portanto: $E_{mec.(B)} = 0{,}80 E_{mec.(A)}$

Em A (nível de referência):

$$E_{mec.(A)} = E_{c(A)} + E_{p(A)} = \frac{mv_A^2}{2} + 0 = \frac{mv_A^2}{2}$$

Em B:

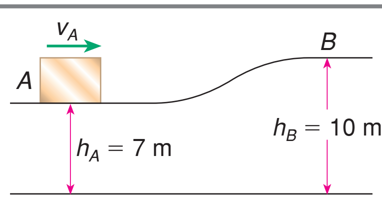
$$E_{mec.(B)} = \frac{mv_B^2}{2} + mgh$$

Substituindo:

$$\frac{mv_B^2}{2} + mgh = 0{,}8\,\frac{mv_A^2}{2}$$

$$\frac{(4)^2}{2} + 10 \cdot 3{,}2 = 0{,}4 \cdot v_A^2 \Rightarrow 8 + 32 = 0{,}4 \cdot v_A^2 \Rightarrow \boxed{v_A = 10 \text{ m/s}}$$

P.358 a)



$$E_{mec.(A)} = E_{c(A)} + E_{P(A)} = \frac{mv_A^2}{2} + mgh_A$$

$$E_{mec.(A)} = \frac{0{,}4 \cdot 10^2}{2} + 0{,}4 \cdot 10 \cdot 7$$

$$E_{mec.(A)} = 48 \text{ J}$$

$$E_{mec.(B)} = E_{c(B)} + E_{P(B)} = \frac{mv_B^2}{2} + mgh_B$$

$$E_{mec.(B)} = \frac{0{,}4 \cdot 5^2}{2} + 0{,}4 \cdot 10 \cdot 10$$

$$E_{mec.(B)} = 45 \text{ J}$$

Energia mecânica transformada em térmica: 48 J − 45 J = 3 J

b) A energia mecânica transformada em térmica é igual, em valor absoluto, ao trabalho da força de atrito:

$$|\mathcal{T}_{f_{at.}}| = 3 \text{ J} \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_{f_{at.}} = -3 \text{ J}}$$

P.359 a) Do gráfico $E_c \times t$, temos: para $t = 2{,}0$ s $\Rightarrow E_{c(2)} = 9{,}0$ J e do gráfico $v \times t$, resulta: $v_2 = 6{,}0$ m/s para $t = 2{,}0$ s.

Logo:

$$E_{c(2)} = \frac{m \cdot v_2^2}{2} \Rightarrow 9{,}0 = \frac{m \cdot (6{,}0)^2}{2} \Rightarrow m = 0{,}50 \text{ kg}$$

$$E_{c(1)} = \frac{m \cdot v_1^2}{2} \Rightarrow 4{,}0 = \frac{0{,}50 \cdot v_1^2}{2} \Rightarrow \boxed{v_1 = 4{,}0 \text{ m/s}}$$

b) Do gráfico $v \times t$, vem: $\alpha = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \alpha = \dfrac{6{,}0 - 4{,}0}{2{,}0 - 1{,}0} \Rightarrow \boxed{\alpha = 2{,}0 \text{ m/s}^2}$

c) $F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0{,}50 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F_R = 1{,}0 \text{ N}}$

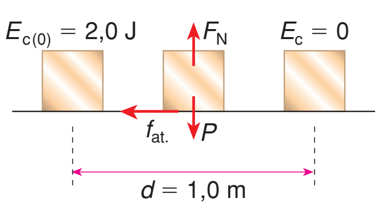
d) $$v_m = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{v_2 + v_1}{2}$$

$$\frac{x_2 - 3{,}0}{2{,}0 - 1{,}0} = \frac{6{,}0 + 4{,}0}{2}$$

$$\boxed{x_2 = 8{,}0 \text{ m}}$$

e) $$v_m = \frac{v_2 + v_1}{2} \Rightarrow v_m = \frac{6{,}0 + 4{,}0}{2} \Rightarrow \boxed{v_m = 5{,}0 \text{ m/s}}$$

P.360



a) Definição de trabalho:

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -f_{at.} \cdot d \Rightarrow -2{,}0 = -f_{at.} \cdot 1{,}0 \Rightarrow f_{at.} = 2{,}0 \text{ N}$$

$$f_{at.} = \mu \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = \mu m g \Rightarrow 2{,}0 = \mu \cdot 1{,}0 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\mu = 0{,}20}$$

b) Teorema da energia cinética:

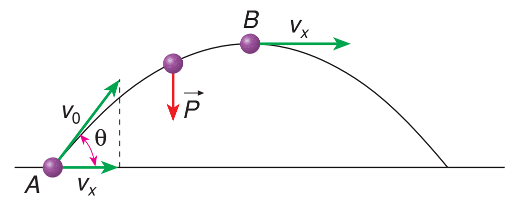
$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = E_c - E_{c(0)} \Rightarrow \mathcal{T}_{f_{at.}} = 0 - 2{,}0 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_{f_{at.}} = -2{,}0 \text{ J}}$$

P.361 $v_x = v_0 \cdot \cos\theta$

$v_x = 100 \cdot \cos 30°$

$v_x = 100 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2}$

$v_x = 50\sqrt{3}$ m/s



Teorema da energia cinética:

$\mathcal{T}_{AB} = E_{c(B)} - E_{c(A)}$

$\mathcal{T}_{AB} = \dfrac{mv_x^2}{2} - \dfrac{mv_0^2}{2}$

$\mathcal{T}_{AB} = \dfrac{60 \cdot 10^{-3} \cdot (50\sqrt{3})^2}{2} - \dfrac{60 \cdot 10^{-3} \cdot (100)^2}{2}$

$\boxed{\mathcal{T}_{AB} = -75 \text{ J}}$

$\mathcal{T}_{AB}$ é o trabalho da força resultante que é o peso do projétil.

P.362 Dados: $m = 300$ kg; $h_A = 5{,}0$ m; $h_C = 4{,}0$ m; $g = 10$ m/s^2

a) Em B: $E_{p(B)} = 0$ (nível de referência); $E_{c(B)} = \dfrac{mv_B^2}{2}$

Em A: $E_{p(A)} = mgh_A$; $E_{c(A)} = 0$ $(v_A = 0)$

Pela conservação da energia mecânica:

$E_{c(B)} + E_{p(B)} = E_{c(A)} + E_{p(A)}$

$\dfrac{mv_B^2}{2} = mgh_A$

$v_B^2 = 2gh_A = 2 \cdot 10 \cdot 5{,}0$

$v_B^2 = 100$

$\boxed{v_B = 10 \text{ m/s}}$

b) Em C: $E_{p(C)} = mgh_C = 300 \cdot 10 \cdot 4{,}0 \Rightarrow E_{p(C)} = 12.000$ J

Pela conservação da energia mecânica:

$E_{c(C)} + E_{p(C)} = E_{p(A)}$

$E_{c(C)} + 12.000 = mgh_A$

$E_{c(C)} + 12.000 = 300 \cdot 10 \cdot 5{,}0$

$E_{c(C)} + 12.000 = 15.000$

$\boxed{E_{c(C)} = 3.000 \text{ J} = 3{,}0 \cdot 10^3 \text{ J}}$

P.363 a) Como há conservação de energia mecânica: $E_{mec.(A)} = E_{mec.(C)}$

Mas, adotando como referência ($E_p = 0$) o plano que passa por A:

$$E_{mec.(A)} = \frac{mv_A^2}{2} \text{ e } E_{mec.(C)} = \frac{mv_C^2}{2} + mgR$$

Igualando, temos:

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_C^2}{2} + mgR \Rightarrow v_A^2 = v_C^2 + 2gR \Rightarrow v_C^2 = v_A^2 - 2gR$$

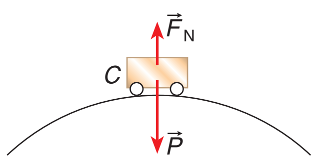
Substituindo v_A por 12 m/s, R por 5,4 m, g por 10 m/s², vem:

$$v_C^2 = 144 - 2 \cdot 10 \cdot 5{,}4 \Rightarrow v_C^2 = 36 \Rightarrow \boxed{v_C = 6{,}0 \text{ m/s}}$$

b) A aceleração centrípeta no ponto C tem módulo:

$$a_{cp} = \frac{v_C^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \frac{36}{5{,}4} \Rightarrow \boxed{a_{cp} \simeq 6{,}7 \text{ m/s}^2}$$

c)



A resultante centrípeta tem intensidade dada por: $F_{cp} = P - F_N$

Daí: $F_N = P - F_{cp}$

Em que:

$P = mg \Rightarrow P = 300 \cdot 10 \Rightarrow P = 3{,}0 \cdot 10^3$ N e

$$F_{cp} = ma_C \Rightarrow F_{cp} = 300 \cdot \frac{36}{5{,}4} \Rightarrow F_{cp} = 2{,}0 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Portanto: $F_N = 3{,}0 \cdot 10^3 - 2{,}0 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{F_N = 1{,}0 \cdot 10^3 \text{ N}}$

P.364 a) Conservação da energia mecânica:

$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$E_{c(A)} + E_{p(A)} = E_{c(B)} + E_{p(B)}$

$$0 + mgH = \frac{mv_B^2}{2} + mgh$$

$$gH = \frac{v_B^2}{2} + gh$$

$$10 \cdot 4 = \frac{v_B^2}{2} + 10 \cdot 0{,}8$$

$$\boxed{v_B = 8 \text{ m/s}}$$

b) $v_C = v_B \cdot \cos 30° \Rightarrow v_C = 8 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v_C = 4\sqrt{3}$ m/s

$$E_{c(C)} = \frac{mv_C^2}{2} \Rightarrow E_{c(C)} = \frac{60 \cdot (4\sqrt{3})^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_{c(C)} = 1.440 \text{ J}}$$

c) Conservação da energia mecânica:

$E_{mec.(A)} = E_{mec.(C)}$

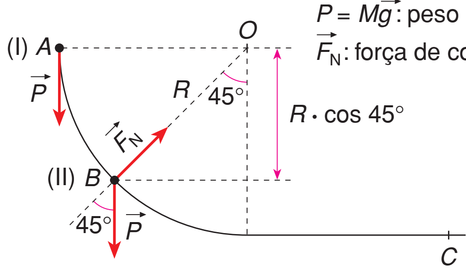
$E_{c(A)} + E_{p(A)} = E_{c(C)} + E_{p(C)}$

$0 + mgH = E_{c(C)} + mgh_C$

$60 \cdot 10 \cdot 4 = 1.440 + 60 \cdot 10 \cdot h_C$

$\boxed{h_C = 1{,}6 \text{ m}}$

P.365 a)



$\vec{P} = M\vec{g}$: peso da partícula

$\vec{F}_N$: força de contato da rampa sobre a partícula

b) (I) $E_{mec.(A)} = E_{mec.(C)}$

Para nível horizontal de referência passando por C, temos:

$$M \cdot gR = \frac{M \cdot v_C^2}{2} \Rightarrow \boxed{v_C = \sqrt{2gR}}$$

(II) $E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

Para nível horizontal de referência passando por B, temos:

$$M \cdot gR \cdot \cos 45° = \frac{M \cdot v_B^2}{2}$$

$$v_B^2 = gR\sqrt{2}$$

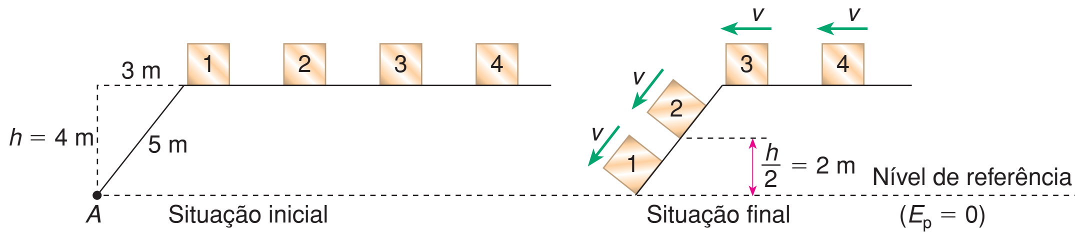
Resultante centrípeta:

$$F_N - P \cdot \cos 45° = \frac{M \cdot v_B^2}{R}$$

$$F_N - Mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{MgR\sqrt{2}}{R}$$

$$\boxed{F_N = \frac{3\sqrt{2}}{2} \cdot Mg}$$

P.366



Depois do destravamento, a esteira e todos os corpos apresentam a mesma velocidade v.

Energia mecânica inicial: $E_{mec.(i)} = 4mgh$

Energia mecânica final: $E_{mec.(f)} = 4E_c + E_{p(2)} + E_{p(3)} + E_{p(4)}$

$$E_{mec.(f)} = 4\frac{mv^2}{2} + mg\frac{h}{2} + mgh + mgh = 2mv^2 + 2{,}5mgh$$

Conservação da energia mecânica: $E_{mec.(f)} = E_{mec.(i)}$

$2mv^2 + 2{,}5mgh = 4mgh \Rightarrow 2v^2 = 1{,}5gh \Rightarrow 2v^2 = 1{,}5 \cdot 10 \cdot 4 \Rightarrow$

$\Rightarrow 2v^2 = 60 \Rightarrow v^2 = 30 \Rightarrow \boxed{v \simeq 5{,}5 \text{ m/s}}$

P.367 Dados: $m = 2{,}0$ kg; $v_0 = 10$ m/s; $R = 2{,}0$ m; $g = 10$ m/s^2

a) Conservação da energia mecânica (pontos A e B):

$E_{c(0)} = E_{c(B)} + E_{p(B)}$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} + mgR \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = \frac{v_B^2}{2} + gR \Rightarrow \frac{(10)^2}{2} = \frac{v_B^2}{2} + 10 \cdot 2{,}0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 50 = \frac{v_B^2}{2} + 20 \Rightarrow v_B^2 = 2(50 - 20) \Rightarrow v_B^2 = 60$$

$$a_{cp} = \frac{v_B^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \frac{60}{2{,}0} \Rightarrow \boxed{a_{cp} = 30 \text{ m/s}^2}$$

b) Conservação da energia mecânica (pontos A e C):

$$E_{c(0)} = E_{c(C)} + E_{p(C)} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_C^2}{2} + mg \cdot 2R \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} = \frac{v_B^2}{2} + g \cdot 2R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(10)^2}{2} = \frac{v_C^2}{2} + 10 \cdot 2 \cdot 2{,}0 \Rightarrow 50 = \frac{v_C^2}{2} + 40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 2 \cdot (50 - 40) \Rightarrow v_C^2 = 20$$

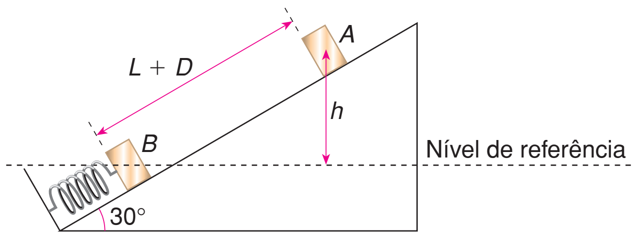
A resultante centrípeta em C tem intensidade:

$$F_{cp} = \frac{mv_C^2}{2} \Rightarrow F_{cp} = \frac{2{,}0 \cdot 20}{2} \Rightarrow F_{cp} = 20 \text{ N}$$

Mas:

$$F_{cp} = P + F_N \Rightarrow 20 = mg + F_N \Rightarrow 20 = 2{,}0 \cdot 10 + F_N \Rightarrow \boxed{F_N = 0}$$

P.368 Em relação ao nível de referência adotado na figura, a energia potencial gravitacional inicial do corpo (posição A) se transforma em energia potencial elástica (posição B).



$$mgh = \frac{kx^2}{2}$$

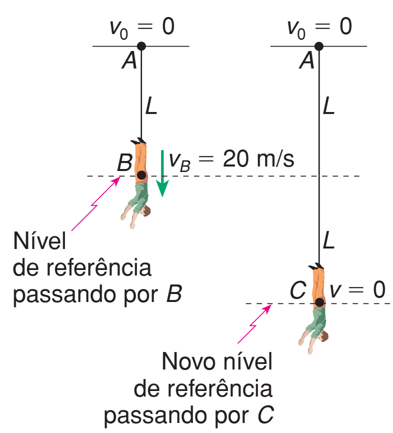
$$mg \cdot (L + D) \cdot \text{sen } 30° = \frac{kD^2}{2}$$

$$0{,}1 \cdot 10 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 = \frac{200 \cdot D^2}{2}$$

$$D = 0{,}05 \text{ m}$$

$$\boxed{D = 5 \text{ cm}}$$

P.369 a) $E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$ (nível de referência por B)



$$mgL = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$gL = \frac{v_B^2}{2}$$

$$10 \cdot L = \frac{(20)^2}{2}$$

$$\boxed{L = 20 \text{ m}}$$

b) $E_{mec.(A)} = E_{mec.(C)}$

Em relação ao nível de referência, passando por C, temos:

$$mg2L = \frac{kL^2}{2} \Rightarrow 4mg = kL \Rightarrow 4 \cdot 80 \cdot 10 = k \cdot 20 \Rightarrow \boxed{k = 160 \text{ N/m}}$$

P.370 a) No equilíbrio, a resultante no balde com água é nula:

$F_{el.} = P = mg$ ①

Sendo $L = 40$ cm (comprimento da mola), obtemos do gráfico: $F_{el.} = 100$ N

Substituindo em ①, temos:

$100 = m \cdot 10 \Rightarrow m = 10$ kg

A massa de água corresponde a:

$$m_{água} = m - m_{balde} \Rightarrow m_{água} = 10 - 0{,}50 \Rightarrow \boxed{m_{água} = 9{,}5 \text{ kg}}$$

b) A deformação da mola é:

$x = L - L_0 = 40 - 20 \Rightarrow x = 20 \text{ cm} = 0{,}20 \text{ m}$

Como a força é $F_{\text{elást.}} = 100$ N, a constante elástica da mola é dada por:

$$k = \frac{F_{\text{elást.}}}{x} \Rightarrow k = \frac{100}{0{,}20} \Rightarrow k = 500 \text{ N/m}$$

A energia potencial elástica armazenada na mola vale:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow E_p = \frac{500 \cdot (0{,}20)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_p = 10 \text{ J}}$$

P.371 a) $U_{\text{gravitacional}} = Ph \Rightarrow 24.000 = P \cdot 30 \Rightarrow \boxed{P = 800 \text{ N}}$

Do gráfico, concluímos que o comprimento da corda não deformada é:

$\boxed{L_0 = 20 \text{ m}}$

b) $U_{\text{elástica}} = \dfrac{kx^2}{2} \Rightarrow 24.000 = \dfrac{k \cdot 10^2}{2} \Rightarrow \boxed{k = 480 \text{ N/m}}$

P.372 Calculemos inicialmente a energia potencial elástica armazenada pela mola:

$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow E_p = \frac{900 \cdot (0{,}10)^2}{2} \Rightarrow E_p = 4{,}5 \text{ J}$$

O trabalho realizado pela força de atrito no trecho *AB* é dado por:

$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -f_{at.} \cdot d \Rightarrow \mathcal{T}_{f_{at.}} = -\mu mg \cdot d \Rightarrow \mathcal{T}_{f_{at.}} = -0{,}10 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \mathcal{T}_{f_{at.}} = -1{,}0 \text{ J}$

Portanto, a energia mecânica dissipada, quando o corpo passa pelo trecho *AB*, é de 1,0 J. Assim, o corpo atinge o ponto *A* com energia mecânica de 4,5 J. Perde 1,0 J e chega em *B* com 3,5 J. Volta e chega em *A* com 2,5 J. Volta novamente e chega em *B* com 1,5 J. Retorna ao ponto *A* com 0,5 J. Com essa energia ele não alcança *B*. Irá parar a uma distância *d* de *A* dada por:

$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -f_{at.} \cdot d$

$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -\mu mgd$

$-0{,}5 = -0{,}10 \cdot 2 \cdot 10 \cdot d$

$\boxed{d = 0{,}25 \text{ m}}$

Outro modo de resolver seria aplicando o teorema da energia cinética e calculando a distância total que o corpo percorre no trecho onde existe atrito. Note que a força elástica e a força de atrito é que realizam trabalho:

$\mathcal{T}_{F_{\text{elást.}}} + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = E_c - E_{c(0)}$

$\frac{kx^2}{2} - \mu mgd = 0$

$\frac{900 \cdot (0{,}10)^2}{2} - 0{,}10 \cdot 2 \cdot 10 \cdot d = 0$

$\boxed{d = 2{,}25 \text{ m}}$

Sendo $AB = 0{,}50$ m, concluímos que o corpo percorre 4 vezes a distância 0,50 m e para a 0,25 m do ponto A.

P.373 a) Teorema da energia cinética:

$\mathcal{T}_R = E_c - E_{c(0)}$

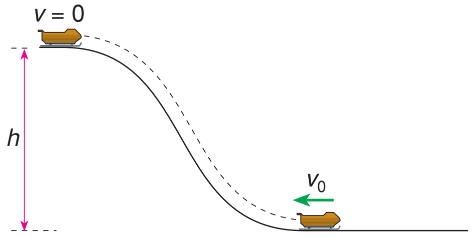
$\mathcal{T}_p + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = \frac{mv^2}{2}$ ($E_{c(0)} = 0$: parte do repouso)

$mgh + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = \frac{mv^2}{2}$

$50 \cdot 10 \cdot 5 + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = \frac{50 \cdot 6^2}{2}$

$\boxed{\mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = -1.600 \text{ J}}$

b) Teorema da energia cinética:



$\mathcal{T}_R = E_c - E_{c(0)}$

$\mathcal{T}_p + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = 0 - \frac{mv_0^2}{2}$

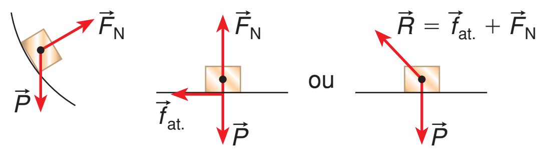
$-mgh + \mathcal{T}_{f_{\text{at.}}} = -\frac{mv_0^2}{2}$

$-50 \cdot 10 \cdot 5 - 1.600 = -\frac{50 \cdot v_0^2}{2}$

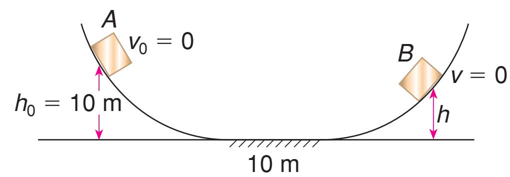
$v_0^2 = 164$

$\boxed{v_0 \simeq 12{,}8 \text{ m/s}}$

P.374 a)



b) Vamos aplicar o teorema da energia cinética. Sendo $v_0 = 0$ e $v = 0$, temos:



$\tau_P + \tau_{f_{at.}} = 0$

$mg \cdot (h_0 - h) - \mu mgd = 0$

$10 \cdot (10 - h) = 0{,}1 \cdot 10 \cdot 10$

$\boxed{h = 9 \text{ m}}$

c) Vamos aplicar novamente o teorema da energia cinética, impondo $h = 0$ e calculando a distância total d percorrida na região onde existe atrito:

$\tau_P + \tau_{f_{at.}} = 0$

$mgh_0 - \mu mgd = 0$

$10 \cdot 10 - 0{,}1 \cdot 10 \cdot d = 0$

$d = 100$ m

Sendo de 10 m o comprimento do trecho onde existe atrito, para percorrer 100 m nesse trecho, o bloco deverá passar por ele 10 vezes.

P.375 Dados: $m = 3{,}0 \cdot 10^{-2}$ kg; $h_0 = 2{,}0$ m; $h = 0{,}75$ m; $g = 10$ m/s^2

a) $E_{p(0)} = mgh_0 \Rightarrow E_{p(0)} = 3{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 2{,}0 \Rightarrow E_{p(0)} = 6{,}0 \cdot 10^{-1}$ J

$E_p = mgh = 3{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 0{,}75 \Rightarrow E_p = 2{,}25 \cdot 10^{-1}$ J

$\Delta E = E_p - E_{p(0)} \Rightarrow \Delta E = 2{,}25 \cdot 10^{-1} - 6{,}0 \cdot 10^{-1} \Rightarrow \quad \Delta E = -3{,}75 \cdot 10^{-1}$ J

A energia dissipada no choque corresponde à perda de energia mecânica que, no caso, se resume à perda de energia potencial: $\boxed{3{,}75 \cdot 10^{-1} \text{ J}}$

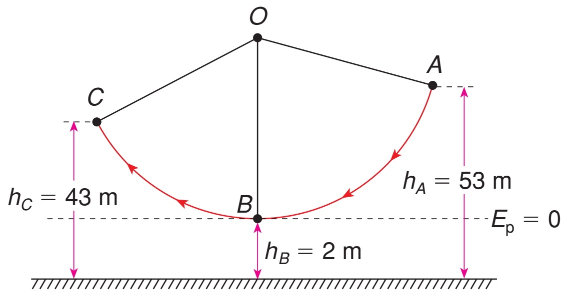
b) A perda de energia mecânica deve ser compensada por um acréscimo de energia cinética no lançamento:

$E_c = |\Delta E| = 3{,}75 \cdot 10^{-1}$ J

Logo:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 3{,}75 \cdot 10^{-1} = \frac{3{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 25 \Rightarrow \boxed{v = 5 \text{ m/s}}$$

P.376 a) Dados: $m = 60$ kg; $g = 10$ m/s^2



Tomando a horizontal por B como nível de referência ($E_p = 0$), temos:

$E_{p(A)} = mg\,(h_A - h_B) \Rightarrow E_{p(A)} = 60 \cdot 10\,(53 - 2) \Rightarrow E_{p(A)} = 30.600$ J

$E_{p(C)} = mg\,(h_C - h_B) \Rightarrow E_{p(C)} = 60 \cdot 10\,(43 - 2) \Rightarrow E_{p(C)} = 24.600$ J

A variação de energia mecânica corresponde a:

$\Delta E_{mec.} = E_{p(C)} - E_{p(A)} \Rightarrow \Delta E_{mec.} = 24.600 - 30.600 \Rightarrow \Delta E_{mec.} = -6{,}0 \cdot 10^3$ J

Logo, a energia mecânica dissipada será: $6{,}0 \cdot 10^3$ J.

b) Sendo desprezível todo tipo de atrito, há conservação da energia mecânica. Então:

$E_{c(B)} = E_{p(A)}$

$$\frac{mv^2}{2} = mg\,(h_A - h_B)$$

$v^2 = 2g\,(h_A - h_B)$

$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 51$

$v^2 = 1.020$

$$\boxed{v \simeq 32 \text{ m/s}}$$

Essa velocidade independe da massa do móvel e, portanto, para uma pessoa ou para três a velocidade no ponto mais próximo ao solo é a mesma.

P.377 a) Em vista da demonstração do exercício **R.141**:

$v^2 = gh \Rightarrow v = \sqrt{gh}$, em que: $h = \dfrac{2R}{3}$

Portanto: $\boxed{v = \sqrt{\dfrac{2gR}{3}}}$

b) Como a altura H pedida é em relação ao solo, à distância h do item anterior deve-se somar o raio R:

$H = h + R \Rightarrow H = \dfrac{2R}{3} + R \Rightarrow \boxed{H = \dfrac{5R}{3}}$

P.378 a) Sendo a velocidade constante, temos:

Contrapeso: $T = P_B = 8.000$ N

Elevador:

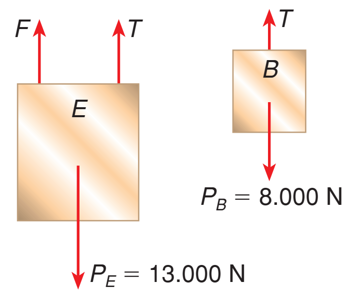
$F + T = P_E$

$F + 8.000 = 13.000$

$F = 5.000$ N

Potência do motor:

$Pot = Fv \Rightarrow Pot = 5.000 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{Pot = 5 \cdot 10^3 \text{ W}}$



b) O elevador sobe e o contrapeso desce com aceleração de 0,5 m/s^2.

Contrapeso:

$P_B - T = m_B \cdot a \Rightarrow 8.000 - T = 800 \cdot 0,5 \Rightarrow T = 7.600$ N

Elevador:

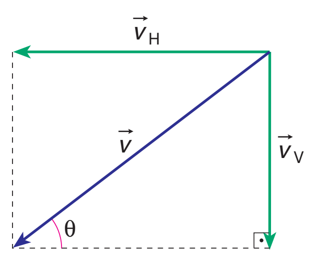
$F + T - P_E = m_E \cdot a$

$F + 7.600 - 13.000 = 1.300 \cdot 0,5$

$\boxed{F = 6.050 \text{ N}}$

P.379 a) Para o referencial Galileu, usando a conservação de energia mecânica de Albert, temos:

$$mgH = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gH} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5,0} \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$



$$v_H = v \cdot \cos\theta \Rightarrow v_H = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{v_H = 5,0 \cdot \sqrt{3} \text{ m/s}}$$

$$v_V = v \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow v_V = 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{v_V = 5,0 \text{ m/s}}$$

b) Como, em relação a Isaac, a velocidade horizontal de Albert é nula, temos:

$$\vec{v}_H + \vec{u} = \vec{0} \Rightarrow \vec{u} = -\vec{v}_H \Rightarrow |\vec{u}| = |\vec{v}_H| \Rightarrow \boxed{u = 5,0 \cdot \sqrt{3} \text{ m/s}}$$

c) Como Galileu se move horizontalmente em relação a Isaac, a componente vertical da velocidade de Albert é a mesma em relação a Galileu ou Isaac, isto é:

$$v'_V = v_V \Rightarrow \boxed{v'_V = 5{,}0 \text{ m/s}}$$

Observação:

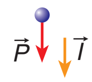
O professor pode aproveitar a oportunidade e comentar com os alunos um pouco de História da Física, lembrando que os nomes mencionados no exercício referem-se aos grandes cientistas: Nicolau Copérnico, Galileu Galilei, Albert Einstein e Isaac Newton. A referência aos "filhos de Nicolau" não é gratuita, posto que as ideias de Copérnico serviram de base para o desenvolvimento da Física pelos cientistas que o sucederam, seus "herdeiros intelectuais".

P.380 Dados: $\Delta t = 2$ s; $F = 20$ N

Intensidade: $I = F\Delta t = 20 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{I = 40 \text{ N} \cdot \text{s}}$

Direção: a mesma da força $\rightarrow$ vertical
Sentido: o mesmo da força $\rightarrow$ de baixo para cima

P.381 Dados: $m = 0{,}6$ kg; $g = 10$ m/s^2; $\Delta t = 3$ s

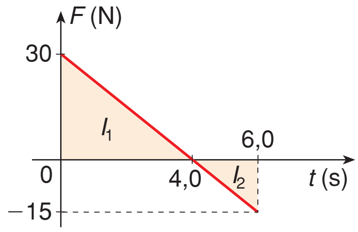


$P = mg = 0{,}6 \cdot 10 \Rightarrow P = 6$ N
Intensidade do impulso:

$I = P\Delta t = 6 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{I = 18 \text{ N} \cdot \text{s}}$

Direção e sentido do impulso: os mesmos do peso, isto é, direção **vertical** e sentido **de cima para baixo**.

P.382 a) Cálculo do módulo do impulso pela área do gráfico:



$$I_1 = \frac{4{,}0 \cdot 30}{2} \Rightarrow \boxed{I_1 = 60 \text{ N} \cdot \text{s}} \quad \text{(de 0 a 4,0 s)}$$

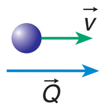
$$I_2 = -\frac{2{,}0 \cdot 15}{2} \Rightarrow I_2 = -15 \text{ N} \cdot \text{s} \quad \text{(de 4,0 s a 6,0 s)}$$

$$I_{total} = I_1 + I_2 = 60 - 15 \Rightarrow \boxed{I_{total} = 45 \text{ N} \cdot \text{s}} \quad \text{(de 0 a 6,0 s)}$$

b) Sendo $I_{total} = F\Delta t$, com $I_{total} = 45$ N · s e $\Delta t = 6{,}0$ s, vem:

$45 = F \cdot 6{,}0 \Rightarrow \boxed{F = 7{,}5 \text{ N}}$

P.383 Dados: $m = 2{,}0$ kg; $v = 5{,}0$ m/s (horizontal, da esquerda para a direita)



Intensidade: $Q = mv = 2{,}0 \cdot 5{,}0 \Rightarrow \boxed{Q = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

Direção: horizontal (a mesma de $\vec{v}$)

Sentido: da esquerda para a direita (o mesmo de $\vec{v}$)

P.384 $s = 3 + 4t - 4t^2 \Rightarrow v = 4 - 8t$; $m = 4$ kg

a) No instante $t = 0$, temos: $v = 4 - 8 \cdot 0 \Rightarrow v_0 = 4$ m/s

Sendo $Q_0 = mv_0$, vem:

$Q = 4 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{Q_0 = 16 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

b) No instante $t = 0{,}5$ s, temos:

$v = 4 - 8 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v = 0$

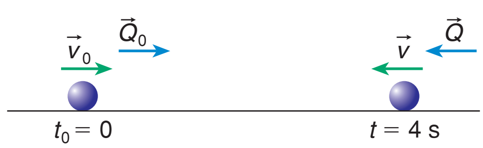
$Q = mv \Rightarrow \boxed{Q = 0}$

c) No instante $t = 4$ s, temos: $v = 4 - 8 \cdot 4 \Rightarrow v = -28$ m/s $\Rightarrow |v| = 28$ m/s

Sendo $|Q| = m|v|$, vem:

$|Q| = 4 \cdot 28 \Rightarrow \boxed{|Q| = 112 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

P.385 Como $v_0 = 4$ m/s e $v = -28$ m/s, no instante $t = 4$ s o sentido de movimento do móvel é oposto ao inicial:



Portanto, os vetores velocidade $\vec{v}$ e $\vec{v}_0$ têm **sentidos opostos**, o mesmo acontece com as quantidades de movimento correspondentes $\vec{Q}$ e $\vec{Q}_0$.

P.386 Dados: $m = 0{,}20$ kg; $Q = 1{,}0$ kg · m/s

Sendo $Q = mv$, obtém-se: $v = \dfrac{Q}{m}$ ①

A energia cinética é dada por: $E_c = \dfrac{mv^2}{2}$ ②

Substituindo-se ① em ②, temos: $E_c = \dfrac{mQ^2}{2m^2} \Rightarrow \boxed{E_c = \dfrac{Q^2}{2m}}$

Portanto: $E_c = \dfrac{(1{,}0)^2}{2 \cdot 0{,}20} \Rightarrow \boxed{E_c = 2{,}5 \text{ J}}$

P.387 Dados: $m = 0{,}10$ kg; $v_0 = 0$; $t = 10$ s; $s = 50$ m

De $s = \dfrac{\alpha t^2}{2}$ vem: $50 = \dfrac{\alpha(10)^2}{2} \Rightarrow \alpha = 1\ \text{m/s}^2$

De $v = v_0 + \alpha t$ vem: $v = 1t \Rightarrow v = 10$ m/s

Sendo $Q = mv$, vem: $Q = 0{,}10 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{Q = 1{,}0\ \text{kg} \cdot \text{m/s}}$

P.388 Dados: $m = 3{,}0$ kg; $v_0 = 15$ m/s; $F = 2{,}5$ N; $\Delta t = 4{,}0$ s

a) Pela definição de impulso, temos:

$I = F\Delta t = 2{,}5 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{I = 10\ \text{N} \cdot \text{s}}$

b) A quantidade de movimento inicial Q_0 é dada por:

$Q_0 = mv_0 = 3{,}0 \cdot 15 \Rightarrow \boxed{Q_0 = 45\ \text{kg} \cdot \text{m/s}}$

c) Pelo teorema do impulso $\vec{I} = \vec{Q} - \vec{Q}_0$. Como $\vec{I}$, $\vec{Q}$, $\vec{Q}_0$ tem mesma direção e sentido, podemos escrever:

$I = Q - Q_0 \Rightarrow Q = Q_0 + I = 45 + 10 \Rightarrow \boxed{Q = 55\ \text{kg} \cdot \text{m/s}}$

P.389 Dados: $v_0 = 20$ m/s; $m = 5{,}0$ kg

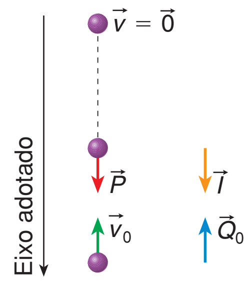
A quantidade de movimento inicial Q_0 é dada por:

$Q_0 = mv_0 = 5{,}0 \cdot 20 \Rightarrow Q_0 = 100$ kg · m/s

No ponto mais alto: $v = 0 \Rightarrow Q = 0$

Pelo teorema do impulso, considerando o eixo adotado, temos:

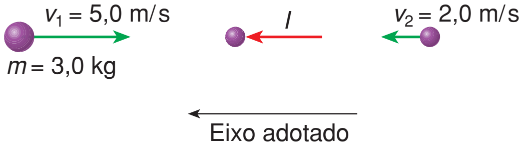
$I = 0 - (-Q_0) \Rightarrow I = Q_0 \Rightarrow \boxed{I = 100\ \text{N} \cdot \text{s}}$



P.390 Teorema do impulso:

$\vec{I} = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1$

$\vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$



Em relação ao eixo adotado:

$I = mv_2 - m(-v_1)$

$I = 3{,}0 \cdot 2{,}0 - 3{,}0 \cdot (-5{,}0)$

$I = 21$ N · s

De $I = F \cdot \Delta t$, vem: $21 = F \cdot 10 \Rightarrow \boxed{F = 2{,}1\ \text{N}}$

P.391 Dados: $v_1 = 15$ m/s; $v_2 = 20$ m/s; $m = 0{,}40$ kg

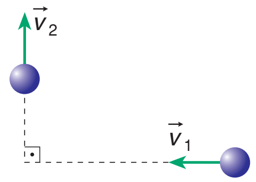
$\vec{Q}_1 = m\vec{v}_1$

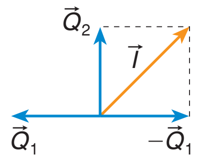
Em módulo: $Q_1 = mv_1 \Rightarrow Q_1 = 0{,}40 \cdot 15 \Rightarrow Q_1 = 6{,}0$ kg · m/s

$\vec{Q}_2 = m\vec{v}_2$

Em módulo: $Q_2 = mv_2 \Rightarrow Q_2 = 0{,}40 \cdot 20 \Rightarrow Q_2 = 8{,}0$ kg · m/s

Pelo teorema do impulso: $\vec{I} = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1 = \vec{Q}_2 + (-\vec{Q}_1)$





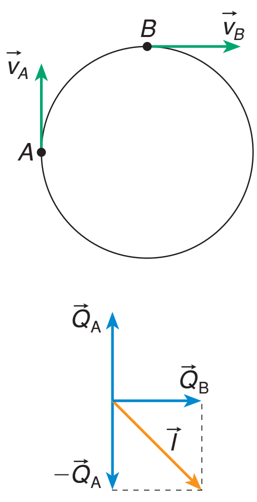
Em módulo:

$I^2 = Q_2^2 + Q_1^2 = (8{,}0)^2 + (6{,}0)^2$

$I^2 = 64 + 36 = 100$

$\boxed{I = 10 \text{ N} \cdot \text{s}}$

P.392 Dados: $v_A = v_B = 10$ m/s; $m = 4{,}0$ kg



a) $\vec{Q}_A = m\vec{v}_A$

Direção e sentido: os mesmos de $\vec{v}_A$

Módulo: $Q_A = mv_A = 4{,}0 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{Q_A = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

b) $\vec{Q}_B = m\vec{v}_B$

Direção e sentido: os mesmos de $\vec{v}_B$

Módulo: $Q_B = mv_B = 4{,}0 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{Q_B = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

c) $\vec{I} = \vec{Q}_B - \vec{Q}_A$

Direção e sentido de $\vec{I}$ indicados na figura.

Módulo:

$I^2 = Q_A^2 + Q_B^2 = (40)^2 + (40)^2$

$I^2 = 1.600 + 1.600 = 3.200$

$\boxed{I \simeq 56{,}6 \text{ N} \cdot \text{s}}$

P.393 a) $I = A_{\text{trapézio}}$ (numericamente)

$$I = \frac{0{,}20 + 0{,}10}{2} \cdot 1{,}0$$

$$\boxed{I = 0{,}15 \text{ N} \cdot \text{s}}$$

b) $I' = A_{\text{trapézio}} + A_{\text{triângulo}}$ (numericamente)

$$I' = 0{,}15 + \frac{1{,}0 \cdot 0{,}20}{2}$$

$I' = 0{,}15 + 0{,}10$

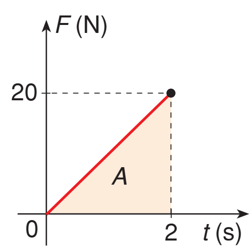
$I' = 0{,}25 \text{ N} \cdot \text{s}$

Pelo teorema do impulso, sendo nula a velocidade inicial ($v_0 = 0$), podemos calcular a velocidade v no instante $t = 2{,}0$ s:

$$I' = mv \Rightarrow 0{,}25 = 100 \cdot 10^{-3} \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 2{,}5 \text{ m/s}}$$

P.394 Dados: $m = 2{,}5$ kg; $v_0 = 10$ m/s

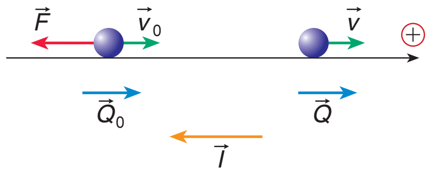
a)



O módulo do impulso é dado numericamente pela área destacada no gráfico:

$$A = \frac{2 \cdot 20}{2} \Rightarrow \boxed{I = 20 \text{ N} \cdot \text{s}}$$

b)



$$\vec{I} = \vec{Q} - \vec{Q}_0$$

Considerando a orientação do eixo, pelo teorema do impulso, vem: $-I = Q - Q_0$

Temos: $Q_0 = mv_0 = 2{,}5 \cdot 10 \Rightarrow Q_0 = 25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Assim: $-20 = Q - 25 \Rightarrow Q = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Pela definição de quantidade de movimento:

$$Q = mv \Rightarrow 5 = 2{,}5 \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 2 \text{ m/s}}$$

P.395 Dados: $M = 2$ t $= 2.000$ kg; $m = 8$ kg; $v = 250$ m/s

Conforme demonstração vista no exercício **R.150**, temos $MV = mv$, sendo V a velocidade de recuo da peça de artilharia.

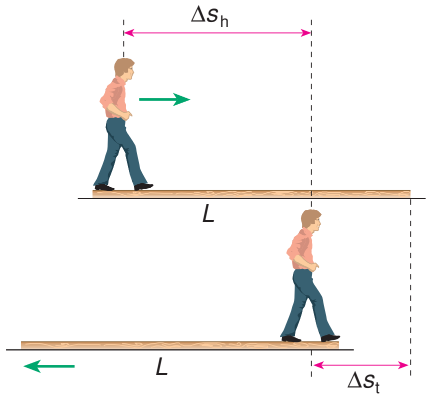
$$2.000 \cdot V = 8 \cdot 250 \Rightarrow \boxed{V = 1 \text{ m/s}}$$

P.396 De $m_A \cdot v_A = m_B \cdot v_B$, vem: $1 \cdot v_A = 2 \cdot 0{,}5 \Rightarrow v_A = 1$ m/s

A energia potencial armazenada pela mola é igual à soma das energias cinéticas adquiridas pelos corpos:

$$E_p = \frac{m_A \cdot v_A^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_B^2}{2} \Rightarrow E_p = \frac{1 \cdot 1^2}{2} + \frac{2 \cdot 0{,}5^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_p = 0{,}75 \text{ J}}$$

P.397



Sendo Δs_h o deslocamento do homem de massa $m_h = M$ e Δs_t o deslocamento da tábua de massa $m_t = \frac{M}{4}$, ambos em relação à Terra, demonstra-se (ver exercício resolvido **R.151**):

$m_h \cdot \Delta s_h = m_t \cdot \Delta s_t$

Mas: $\Delta s_t = L - \Delta s_h$ (ver figura ao lado)

Portanto:

$m_h \cdot \Delta s_h = m_t \cdot (L - \Delta s_h)$

$$M \cdot \Delta s_h = \frac{M}{4} \cdot (L - \Delta s_h)$$

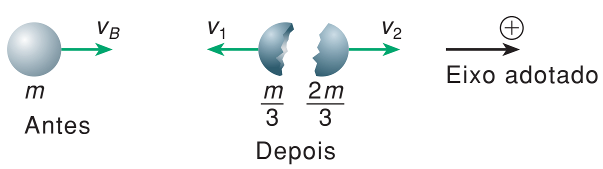
$4M \cdot \Delta s_h = ML - M \cdot \Delta s_h$

$5M \cdot \Delta s_h = ML$

$$\boxed{\Delta s_h = \frac{L}{5}}$$

P.398 Bomba: $m_B = m$; $v_B = 50$ m/s

Primeira parte da bomba: $m_1 = \frac{m}{3}$; $v_1 = 30$ m/s



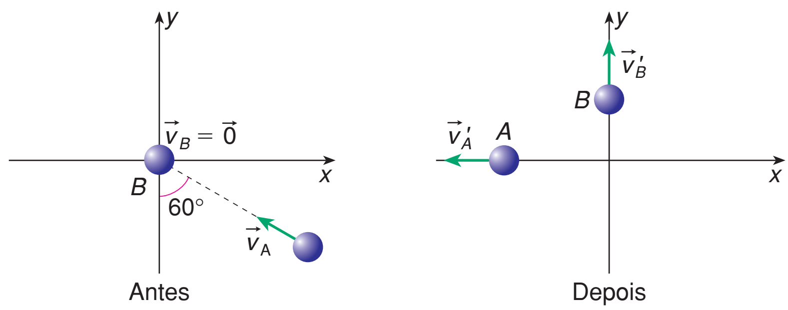
Conservação da quantidade de movimento: $\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$

Em relação ao eixo adotado:

$$mv_B = -\frac{m}{3} \cdot v_1 + \frac{2m}{3} \cdot v_2 \Rightarrow v_B = -\frac{v_1}{3} + \frac{2v_2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 50 = -\frac{30}{3} + \frac{2v_2}{3} \Rightarrow \boxed{v_2 = 90 \text{ m/s}}$$

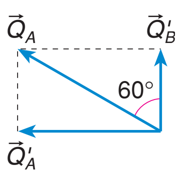
P.399 Dados: $v_A = v_0 = 6{,}0$ m/s; $\cos 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\operatorname{sen} 60° = \frac{1}{2}$



A quantidade de movimento se conserva, considerando o sistema ($A + B$) isolado:

$\vec{Q}_{depois} = \vec{Q}_{antes} \Rightarrow \vec{Q}'_A + \vec{Q}'_B = \vec{Q}_A$

Representando vetorialmente:

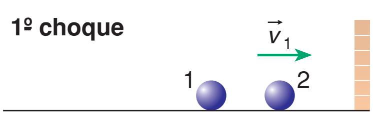


Da figura ao lado:

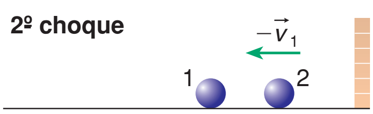
$$\operatorname{sen} 60° = \frac{Q'_A}{Q_A} = \frac{m_A \cdot v'_A}{m_A \cdot v_A} \Rightarrow$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{v'_A}{6{,}0} \Rightarrow \boxed{v'_A = 3{,}0 \cdot \sqrt{3}\ \text{m/s}}$$

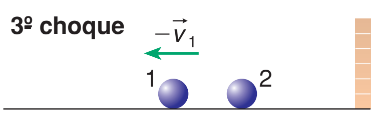
P.400 a) Como é mostrado no exercício **R.154**, em cada choque entre as esferas há troca de velocidades entre elas. Assim, há **três choques** no fenômeno.



• A esfera 1 pára e a 2 adquire velocidade $\vec{v}_1$



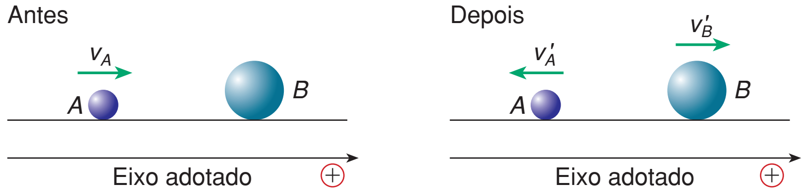
• A esfera 2 se choca contra a parede e volta com velocidade $-\vec{v}_1$



• A esfera 2 pára e a 1 adquire velocidade $-\vec{v}_1$

b) Como explicitado acima, após o 1º choque, a esfera 1 para ($v = 0$) e a esfera 2 adquire velocidade $\vec{v}_1$. No choque da esfera 2 com a parede, ela adquire velocidade $-\vec{v}_1$. No 3º choque (o segundo entre as esferas), a esfera 2 para ($v = 0$) e a esfera 1 adquire velocidade $-\vec{v}_1$. A justificativa física para os fatos ocorridos é a conservação da quantidade de movimento e a conservação da energia cinética em vista de os choques serem **frontais, perfeitamente elásticos, entre corpos de massas iguais**.

P.401 Dados: $m_A = m$; $v_A = 10$ m/s; $m_B = 4\ m$; $v_B = 0$



$Q_{antes} = m_A \cdot v_A = m \cdot 10 = 10m$

$Q_{depois} = -m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = -mv'_A + 4mv'_B$

Conservação da quantidade de movimento:

$Q_{depois} = Q_{antes} \Rightarrow -mv'_A + 4mv'_B = 10m \Rightarrow -v'_A + 4v'_B = 10$ ①

Como o choque é perfeitamente elástico, tem-se $e = 1$.

$$e = \frac{|v_{afast.}|}{|v_{aprox.}|} \Rightarrow 1 = \frac{v'_A + v'_B}{v_A} \Rightarrow v'_A + v'_B = 10 \quad ②$$

Somando membro a membro as expressões ① e ②, vem:

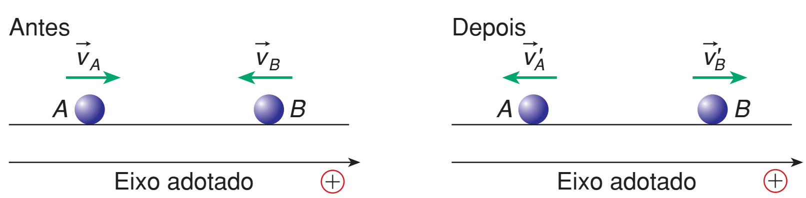
$5v'_B = 20 \Rightarrow \boxed{v'_B = 4 \text{ m/s}}$

Substituindo em ②:

$$v'_A + 4 = 10 \Rightarrow \boxed{v'_A = 6 \text{ m/s}}$$

P.402 Dados: $m_A = 0{,}5$ kg; $m_B = 3{,}0$ kg; $v_A = 12$ m/s; $v_B = 1$ m/s; $e = 1$ (elástico)

Adotando um eixo orientado da esquerda para a direita:



Antes da colisão:

$Q_{antes} = m_A \cdot v_A - m_B \cdot v_B$

Depois da colisão:

$Q_{depois} = -m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B$

Aplicando a conservação da quantidade de movimento:

$Q_{depois} = Q_{antes}$

$-m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A - m_B \cdot v_B$

$-0{,}5v'_A + 3{,}0v'_B = 0{,}5 \cdot 12 - 3{,}0 \cdot 1$

$-0{,}5v'_A + 3{,}0v'_B = 3{,}0$ ①

Como o choque é perfeitamente elástico: $e = 1$

$$e = \frac{|v_{afast.}|}{|v_{aprox.}|} \Rightarrow 1 = \frac{v'_A + v'_B}{v_A + v_B} \Rightarrow v'_A + v'_B = v_A + v_B \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v'_A + v'_B = 12 + 1 \Rightarrow v'_A + v'_B = 13 \quad (2)$$

Multiplicando todos os termos da equação (1) por 2, temos:

$$-v'_A + 6{,}0v'_B = 6{,}0 \quad (3)$$

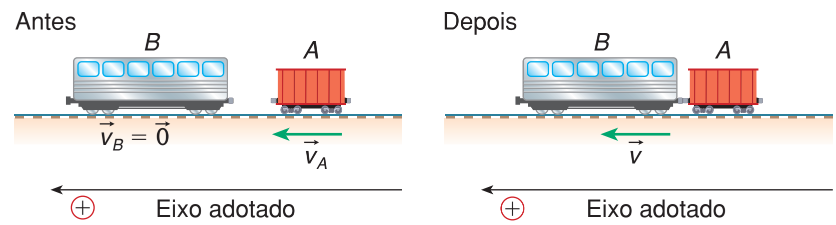
Somando membro a membro as equações (2) e (3), vem:

$$7{,}0v'_B = 19 \Rightarrow \boxed{v'_B \simeq 2{,}71 \text{ m/s}}$$

Substituindo em (2):

$$v'_A + 2{,}71 = 13 \Rightarrow \boxed{v'_A = 10{,}29 \text{ m/s}}$$

P.403 Dados: $m_A = 10$ t $= 10.000$ kg; $v_A = 0{,}90$ m/s; $m_B = 20$ t $= 20.000$ kg; $v_B = 0$



Adotando um eixo orientado da direita para a esquerda:

Antes da colisão:

$$Q_{antes} = m_A \cdot v_A = 10.000 \cdot 0{,}90 = 9.000$$

Depois da colisão:

$$Q_{depois} = (m_A + m_B) \cdot v = (10.000 + 20.000) \cdot v = 30.000v$$

Aplicando a conservação da quantidade de movimento:

$$Q_{depois} = Q_{antes} \Rightarrow 30.000v = 9.000 \Rightarrow \boxed{v = 0{,}30 \text{ m/s}}$$

Energia cinética antes da colisão:

$$E_{c_a} = \frac{m_A \cdot v_A^2}{2} = \frac{10.000 \cdot (0{,}90)^2}{2} \Rightarrow E_{c_a} = 4.050 \text{ J}$$

Energia cinética depois da colisão:

$$E_{c_d} = \frac{(m_A + m_B) \cdot v^2}{2} = \frac{(10.000 + 20.000) \cdot (0{,}30)^2}{2} \Rightarrow E_{c_d} = 1.350 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = E_{c_d} - E_{c_a} = 1.350 - 4.050 \Rightarrow \boxed{\Delta E_c = -2.700 \text{ J}}$$

Há um decréscimo de 2.700 joules devido à colisão entre os vagões.

P.404 Dados: $H = 20$ m; $e = 0{,}4$; $g = 10$ m/s^2

a) Utilizando a conservação da energia mecânica na descida da esfera A e adotando o plano horizontal como nível de referência:

$$E_{p_1} + E_{c_1} = E_{p_2} + E_{c_2} \Rightarrow mgH + 0 = 0 + \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m \cdot 10 \cdot 20 = \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow v_A^2 = 400 \Rightarrow \boxed{v_A = 20 \text{ m/s}}$$

b) $Q_{antes} = mv_A = 20m$

$Q_{depois} = mv'_A + mv'_B = m \cdot (v'_A + v'_B)$

Aplicando a conservação da quantidade de movimento, vem:

$Q_{depois} = Q_{antes} \Rightarrow m \cdot (v'_A + v'_B) = 20m \Rightarrow v'_A + v'_B = 20$ ①

A partir da definição de coeficiente de restituição:

$$e = \frac{|v_{afast.}|}{|v_{aprox.}|} \Rightarrow 0{,}4 = \frac{v'_B - v'_A}{20} \Rightarrow v'_B - v'_A = 8 \quad ②$$

Somando membro a membro as equações ① e ②:

$$2v'_B = 28 \Rightarrow \boxed{v'_B = 14 \text{ m/s}}$$

Substituindo o resultado anterior em ①: $v'_A + 14 = 20 \Rightarrow \boxed{v'_A = 6 \text{ m/s}}$

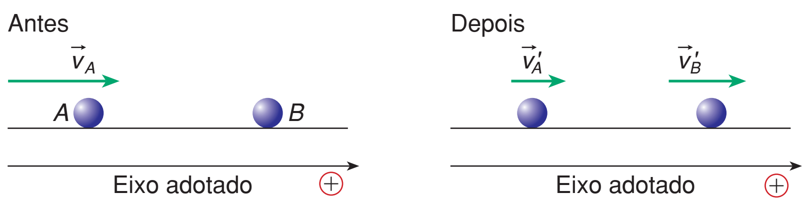
c) Utilizando a conservação da energia mecânica na subida da esfera B:

$$E'_{p_1} + E'_{c_1} = E'_{p_2} + E'_{c_2} \Rightarrow 0 + \frac{mv_B'^2}{2} = mgh + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m \cdot (14)^2}{2} = m \cdot 10 \cdot h \Rightarrow 20h = 196 \Rightarrow \boxed{h = 9{,}8 \text{ m}}$$

P.405 Dados: $m_A = 6{,}0$ kg; $m_B = 8{,}0$ kg; $v_A = 10$ m/s; $v_B = 0$; $e = 0{,}50$

Adotando um eixo orientado da esquerda para a direita:



Antes da colisão:

$Q_{antes} = m_A \cdot v_A$

Depois da colisão:

$Q_{depois} = m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B$

Aplicando a conservação da quantidade de movimento:

$Q_{depois} = Q_{antes}$

$m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A \Rightarrow 6{,}0v'_A + 8{,}0v'_B = 6{,}0 \cdot 10 \Rightarrow 6{,}0v'_A + 8{,}0v'_B = 60$ ①

A partir da definição de coeficiente de restituição, vem:

$$e = \frac{|v_{\text{afast.}}|}{|v_{\text{aprox.}}|} \Rightarrow 0{,}50 = \frac{v'_B - v'_A}{v_A} \Rightarrow v'_B - v'_A = 5{,}0 \quad ②$$

Multiplicando por 6,0 a equação ②:

$6{,}0v'_B - 6{,}0v'_A = 30 \quad ③$

Somando membro a membro as equações ① e ③, vem:

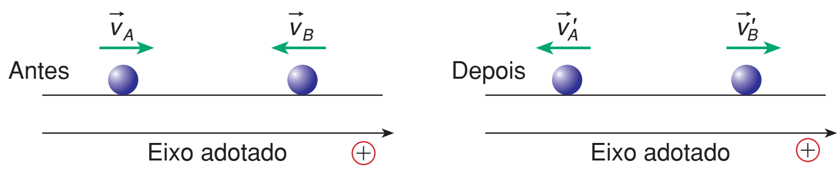
$14v'_B = 90 \Rightarrow \boxed{v'_B \simeq 6{,}43 \text{ m/s}}$

Substituindo o resultado anterior em ②:

$6{,}43 - v'_A = 5{,}0 \Rightarrow v'_A = 6{,}43 - 5{,}0 \Rightarrow \boxed{v'_A = 1{,}43 \text{ m/s}}$

P.406 Dados: $v_A = 8{,}0$ m/s; $v_B = 4{,}0$ m/s; $m_A = 5{,}0$ kg; $m_B = 8{,}0$ kg; $e = 0{,}40$

Adotando um eixo orientado da esquerda para a direita:



$Q_{\text{antes}} = m_A \cdot v_A - m_B \cdot v_B$ e $Q_{\text{depois}} = -m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B$

Aplicando a conservação da quantidade de movimento:

$Q_{\text{depois}} = Q_{\text{antes}}$

$-m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B = m_A \cdot v_A - m_B \cdot v_B$

$-5{,}0v'_A + 8{,}0v'_B = 5{,}0 \cdot 8{,}0 - 8{,}0 \cdot 4{,}0$

$-5{,}0v'_A + 8{,}0v'_B = 40 - 32$

$-5{,}0v'_A + 8{,}0v'_B = 8 \quad ①$

A partir da definição de coeficiente de restituição vem:

$$e = \frac{|v_{\text{afast.}}|}{|v_{\text{aprox.}}|} \Rightarrow 0{,}40 = \frac{v'_A + v'_B}{v_A + v_B} \Rightarrow 0{,}40 = \frac{v'_A + v'_B}{8{,}0 + 4{,}0} \Rightarrow$$

$\Rightarrow 0{,}40 \cdot 12 = v'_A + v'_B \Rightarrow v'_A + v'_B = 4{,}8 \quad ②$

Multiplicando por 5,0 a equação ②, vem:

$5{,}0v'_A + 5{,}0v'_B = 24 \quad ③$

Somando membro a membro as equações ① e ③:

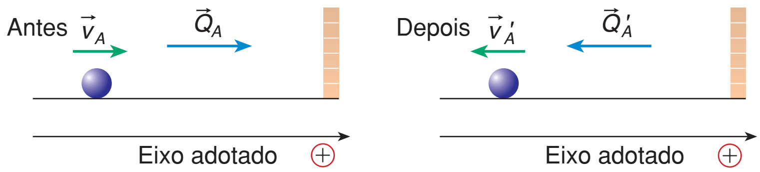
$13v'_B = 32 \Rightarrow \boxed{v'_B \simeq 2{,}46 \text{ m/s}}$

Substituindo o resultado anterior em ②:

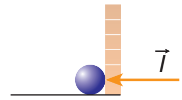
$v'_A + 2{,}46 = 4{,}8 \Rightarrow \boxed{v'_A = 2{,}34 \text{ m/s}}$

Os sentidos são opostos aos iniciais.

P.407 a) Dados: $m = 0{,}50$ kg; $v_A = v'_A = v = 10$ m/s



Durante o choque com a parede, esta aplica na esfera um impulso $\vec{I}$ que tem sentido oposto ao movimento inicial dela:



Teorema do impulso: $\vec{I} = \vec{Q}\,'_A - \vec{Q}_A$

Considerando o eixo adotado: $-I = -Q'_A - Q_A$

Substituindo $Q_A = mv_A$ e $Q'_A = mv'_A$, vem:

$-I = -mv'_A - mv_A \Rightarrow -I = -2mv \Rightarrow I = 2mv \Rightarrow$

$\Rightarrow I = 2 \cdot 0{,}50 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{I = 10 \text{ N} \cdot \text{s}}$

b) Como $\Delta t = 0{,}02$ s e $I = 10$ N · s, vem:

$I = F\Delta t \Rightarrow 10 = F \cdot 0{,}02 \Rightarrow \boxed{F = 500 \text{ N}}$

c) $e = \dfrac{|v_{\text{afast.}}|}{|v_{\text{aprox.}}|}$, onde $v_{\text{afast.}} = v'_A$ e $v_{\text{aprox.}} = v_A$

$$e = \frac{v'_A}{v_A} = \frac{10}{10}$$

$\boxed{e = 1}$ (choque perfeitamente elástico)

É possível também verificar que o choque é perfeitamente elástico observando que a energia cinética se conserva.

P.408 Dados: $m = 5$ g $= 5 \cdot 10^{-3}$ kg; $M = 2$ kg; $h = 5$ cm $= 0{,}05$ m; $g = 10$ m/s

Na subida do bloco (com a bala alojada), tendo a bala velocidade inicial V, há conservação da energia mecânica. Adotando o plano onde o bloco está inicialmente como o nível de referência:

$$E_{c_1} = E_{p_2} \Rightarrow \frac{(M + m) \cdot V^2}{2} = (M + m) \cdot gh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V^2 = 2gh = 2 \cdot 10 \cdot 0{,}05 \Rightarrow V^2 = 1 \Rightarrow V = 1 \text{ m/s}$$

Pela conservação da quantidade de movimento, temos:

$Q_{antes} = Q_{depois}$

$mv_0 = (M + m) \cdot V$

$5 \cdot 10^{-3}\, v_0 = (2 + 0{,}005) \cdot 1$

$$v_0 = \frac{2{,}005}{5 \cdot 10^{-3}}$$

$$\boxed{v_0 \simeq 400 \text{ m/s}}$$

P.409 Energia cinética antes do choque: $E_{c_a} = \dfrac{mv_0^2}{2}$

Energia cinética depois do choque: $E_{c_d} = \dfrac{(m + M) \cdot V^2}{2}$

Dividindo membro a membro: $\dfrac{E_{c_d}}{E_{c_a}} = \dfrac{(m + M)}{m} \cdot \dfrac{V^2}{v_0^2}$ ①

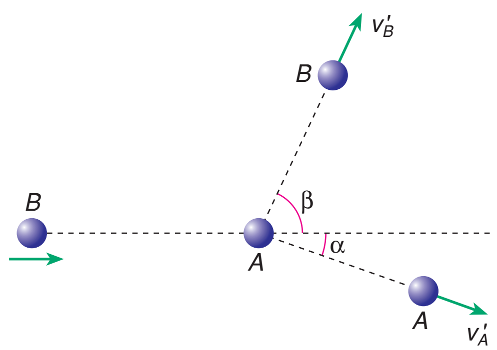
Da conservação da quantidade de movimento:

$$mv_0 = (M + m) \cdot V \Rightarrow \frac{V}{v_0} = \frac{m}{(M + m)} \Rightarrow \frac{V^2}{v_0^2} = \frac{m^2}{(m + M)^2} \quad ②$$

Substituindo a expressão ② em ①, vem:

$$\frac{E_{c_d}}{E_{c_a}} = \frac{(m + M)}{m} \cdot \frac{m^2}{(m + M)^2} \Rightarrow \boxed{\frac{E_{c_d}}{E_{c_a}} = \frac{m}{m + M}}$$

P.410 a) $v_B = 20$ m/s; $\alpha = 30°$; sen $30° = \cos 60° = 0{,}5$; sen $60° = \cos 30° = 0{,}87$



Conforme observação no exercício **R.160**: $\alpha + \beta = 90°$

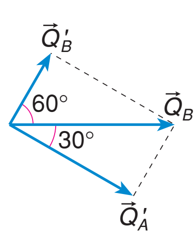
Portanto:

$\beta = 90° - \alpha = 90° - 30°$

$$\boxed{\beta = 60°}$$

b) Pela conservação da quantidade de movimento,

$\vec{Q}'_B + \vec{Q}'_A = \vec{Q}_B$, de acordo com a figura.



Dos triângulos obtidos, temos:

$$\cos 30° = \frac{Q'_A}{Q_B} = \frac{mv'_A}{mv_B} \Rightarrow$$

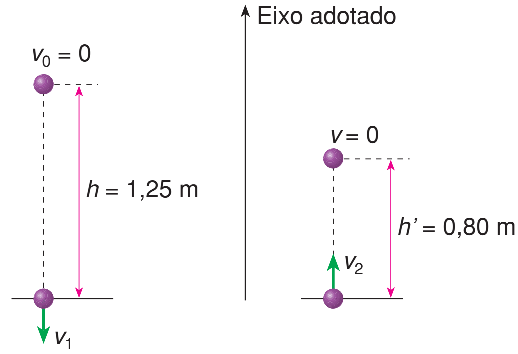
$$\Rightarrow 0{,}87 = \frac{v'_A}{20} \Rightarrow \boxed{v'_A = 17{,}4 \text{ m/s}}$$

$$\cos 60° = \frac{Q'_B}{Q_B} = \frac{mv'_B}{mv_B} \Rightarrow 0{,}5 = \frac{v'_B}{20} \Rightarrow \boxed{v'_B = 10 \text{ m/s}}$$

P.411 a) $e = \sqrt{\dfrac{h'}{h}}$

$e = \sqrt{\dfrac{0,80}{1,25}}$

$\boxed{e = 0,80}$



b) $v_1 = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,25} \Rightarrow v_1 = 5,0$ m/s

$v_2 = \sqrt{2gh'} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,80} \Rightarrow v_2 = 4,0$ m/s

$\vec{I}_R = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$ ($\vec{I}_R$: impulso da resultante)

Em relação ao eixo adotado:

$I_R = mv_2 - m \cdot (-v_1)$

$I_R = m\,(v_2 + v_1)$

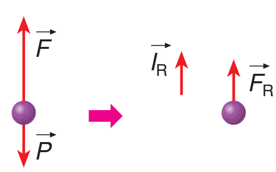
$I_R = 100 \cdot 10^{-3}\,(4,0 + 5,0)$

$I_R = 0,90$ N · s

Na bola, durante a interação com o chão, agem duas forças: a força $\vec{F}$ exercida pelo chão e o peso $\vec{P}$.

$\vec{I}_R = \vec{I}_F + \vec{I}_P$

$I_R = I_F - I_P$



Sendo I_P desprezível, vem: $\boxed{I_F = I_R = 0,90 \text{ N} \cdot \text{s}}$

c) $I_F = A_{\text{triângulo}}$ (numericamente)

$I_F = \dfrac{F_{\text{máx.}} \cdot \Delta t}{2}$

$0,90 = \dfrac{F_{\text{máx.}} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{2}$

$\boxed{F_{\text{máx.}} = 90 \text{ N}}$

Observação:

Vamos calcular o impulso do chão sobre a bola, levando-se em conta o impulso do peso:

$I_P = P \cdot \Delta t$

$I_P = m \cdot g \cdot \Delta t$

$I_P = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 20 \cdot 10^{-3}$

$I_P = 0,02$ N · s

De $I_R = I_F - I_P$, vem: $0,90 = I_F - 0,02 \Rightarrow \boxed{I_F = 0,92 \text{ N} \cdot \text{s}}$

Essa seria a resposta se o impulso do peso não fosse desprezado.

P.412 a) Dados: $m = 60$ g $= 0{,}060$ kg; $v_0 = 0$; $v = 30$ m/s; $g = 10$ m/s^2

Pelo teorema da energia cinética:

$$\mathcal{T} = E_c - E_{c(0)} = \frac{mv^2}{2} - 0 \Rightarrow \mathcal{T} = \frac{0{,}060 \cdot (30)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 27 \text{ J}}$$

Pelo teorema do impulso:

$$I = Q - Q_0 = mv - 0 \Rightarrow I = 0{,}060 \cdot 30 \Rightarrow \boxed{I = 1{,}8 \text{ N} \cdot \text{s}}$$

b) Como $\Delta t = 0{,}10$ s e $I = 1{,}8$ N · s, vem:

$I = F\Delta t \Rightarrow 1{,}8 = F \cdot 0{,}10 \Rightarrow F = 18$ N

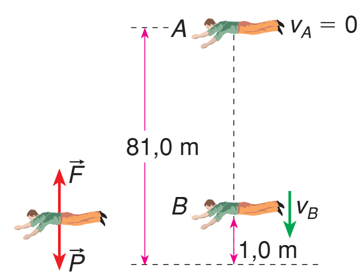
A partir da definição de peso:

$P = mg = 0{,}060 \cdot 10 \Rightarrow P = 0{,}60$ N

Dividindo-se o módulo da força média $\vec{F}$, exercida pela raquete sobre a bola pelo módulo de seu peso, temos:

$$\frac{F}{P} = \frac{18}{0{,}60} \Rightarrow \boxed{\frac{F}{P} = 30}$$

P.413 a) Cálculo de v_B:



$v_B^2 = v_A^2 + 2g\Delta s$

$v_B^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 80$

$v_B^2 = 1.600$

$v_B = 40$ m/s

Teorema do impulso:

$\vec{I}_R = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1$

$\vec{I}_R = \vec{0} - m\vec{v}_B$

$|\vec{I}_R| = mv_B$

$(F - P) \cdot \Delta t = mv_B$

$(F - 50 \cdot 10) \cdot 0{,}05 = 50 \cdot 40$

$F = 40.500$ N

$$\boxed{F = 40{,}5 \text{ kN}}$$

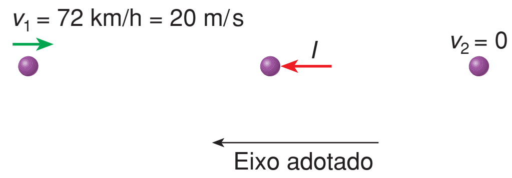
b) Segunda lei de Newton:

$F - P = ma \Rightarrow 40.500 - 500 = 50 \cdot a \Rightarrow a = 800$ m/s $\Rightarrow a = 80g$

$$\frac{a}{a_{\text{letal}}} = \frac{80g}{8g} \Rightarrow \boxed{\frac{a}{a_{\text{letal}}} = 10}$$

P.414 a) Teorema do impulso:

$\vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$



Em relação ao eixo adotado:

$I = 0 - m(-v_1)$

$I = m \cdot v_1$

$F \cdot \Delta t = mv_1$

$F \cdot 0{,}02 = 10 \cdot 20$

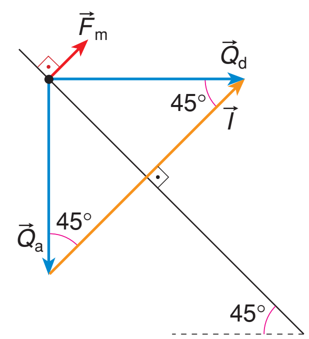
$\boxed{F = 10^4 \text{ N}}$

b) $P = mg$

$10^4 = m \cdot 10$

$\boxed{m = 10^3 \text{ kg}}$

P.415 a) A força média $\vec{F}_m$ exercida pelo anteparo sobre a esfera durante o choque tem a direção e o sentido do impulso $\vec{I}$. Portanto, $\vec{F}_m$ apresenta direção perpendicular ao anteparo e o sentido indicado na figura.



b) $\vec{I} = \vec{Q}_d - \vec{Q}_a$

Pelo teorema da Pitágoras:

$I^2 = Q_d^2 + Q_a^2 = (mv)^2 + (mv)^2$

$I^2 = 2(mv)^2$

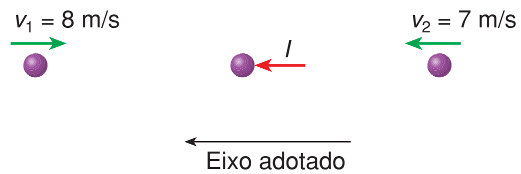
$I = \sqrt{2} \cdot mv$

Mas:

$F_m = \dfrac{I}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{F_m = \sqrt{2} \cdot \dfrac{mv}{\Delta t}}$

P.416 a) Teorema do impulso:

$\vec{I} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$



Em relação ao eixo adotado:

$I = mv_2 - m(-v_1)$

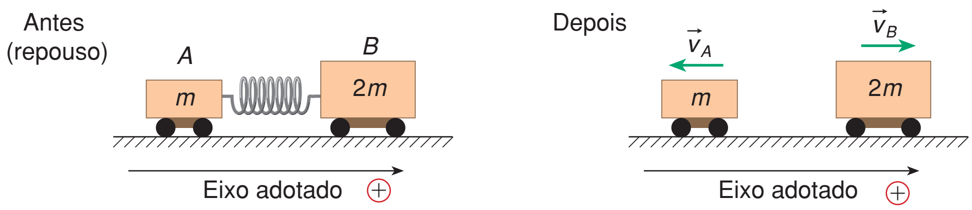
$I = m(v_2 + v_1)$

$I = 400 \cdot 10^{-3} \cdot (7 + 8)$

$\boxed{I = 6 \text{ N} \cdot \text{s}}$

b) Pelo princípio da ação e reação, a bola aplicou na cabeça do policial um impulso de mesmo módulo $I = 6\ \text{N} \cdot \text{s}$. Este provoca, na cabeça do policial, a mesma variação de quantidade de movimento sofrida pela bola. Logo, houve transferência de quantidade de movimento (momento linear).

P.417 a) Dados: $m_A = m$; $m_B = 2\,m$; $v_B = 1{,}0$ m/s



$Q_{antes} = 0$; $Q_{depois} = -mv_A + 2mv_B$

$Q_{depois} = Q_{antes} \Rightarrow -mv_A + 2mv_B = 0 \Rightarrow 2mv_B = mv_A \Rightarrow$

$\Rightarrow v_A = 2v_B \Rightarrow \boxed{v_A = 2{,}0\ \text{m/s}}$

b) Considerando não haver perdas de energia mecânica e adotando o nível de referência na superfície horizontal:

$$E_{c_A} + E_{p_A} = E'_{c_A} + E'_{p_A} \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} + 0 = 0 + mgh_A \Rightarrow h_A = \frac{v_A^2}{2g}$$

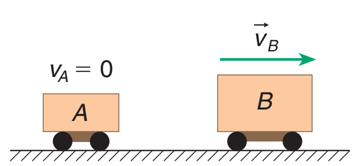
$$E_{c_B} + E_{p_B} = E'_{c_B} + E'_{p_B} \Rightarrow \frac{2mv_B^2}{2} + 0 = 0 + 2mgh_B \Rightarrow h_B = \frac{v_B^2}{2g}$$

$$\frac{h_A}{h_B} = \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{(2{,}0)^2}{(1{,}0)^2} \Rightarrow \boxed{\frac{h_A}{h_B} = 4}$$

P.418 Dados: $m_A = m_B = m = 1\text{kg}$; $v = 3$ m/s

a) $Q = (m_A + m_B) \cdot v = (1 + 1) \cdot 3 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{Q = 6\ \text{kg} \cdot \text{m/s}}$



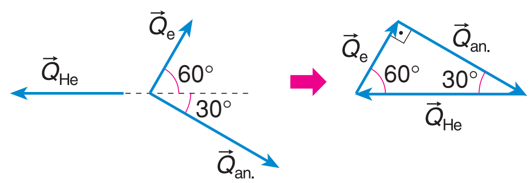
b) Se A para, $Q_A = 0$.

Como a quantidade de movimento se conserva,

$Q_B = Q \Rightarrow mv_B = 6 \Rightarrow 1 \cdot v_B = 6 \Rightarrow \boxed{v_B = 6\ \text{m/s}}$

P.419 a) No processo de desintegração, há conservação da quantidade de movimento. Como o núcleo do trítio encontra-se inicialmente em repouso, isto é, sua quantidade de movimento é nula, após a desintegração a soma das quantidades de movimento do elétron ($\vec{Q}_e$), do antineutrino ($\vec{Q}_{an.}$) e do núcleo de hélio ($\vec{Q}_{He}$) deve também ser nula:

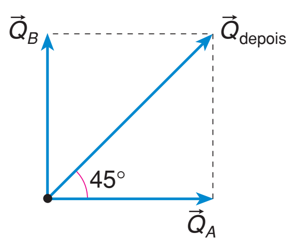
$$\vec{Q}_e + \vec{Q}_{an.} + \vec{Q}_{He} = \vec{0}$$



$$\text{sen } 60° = \frac{Q_{an.}}{Q_{He}} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{Q_{an.}}{12 \cdot 10^{-24}} \Rightarrow \boxed{Q_{an.} = 6{,}0\sqrt{3} \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

b) $Q_{He} = mv_{He} \Rightarrow 12 \cdot 10^{-24} = 5{,}0 \cdot 10^{-27} \cdot v_{He} \Rightarrow \boxed{v_{He} = 2{,}4 \cdot 10^3 \text{ m/s}}$

P.420 Dados: $m_A = m$; $m_B = 3m$; $v_B = 36$ km/h $= 10$ m/s



Pela conservação da quantidade de movimento, devemos ter: $\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$. Sendo $\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_A + \vec{Q}_B$, temos: $\vec{Q}_A + \vec{Q}_B = \vec{Q}_{depois}$

Como a direção final forma 45° com as direções iniciais: $Q_A = Q_B$

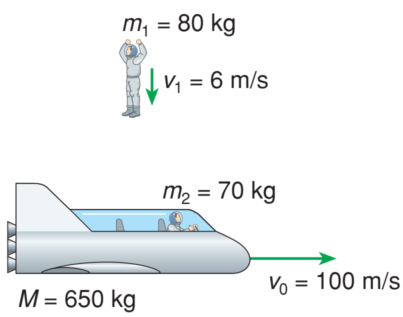
Sendo $Q_A = m_A \cdot v_A = mv_A$ e $Q_B = m_B \cdot v_B = 30m$, vem:

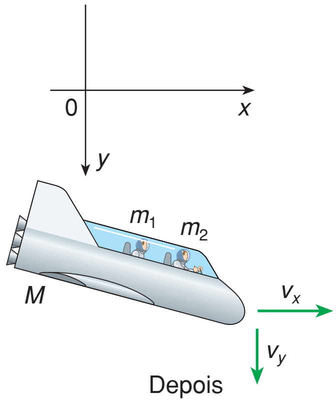
$$mv_A = 30m \Rightarrow \boxed{v_A = 30 \text{ m/s}}$$

Convertendo para km/h: $v_A = 30 \cdot 3{,}6 \Rightarrow \boxed{v_A = 108 \text{ km/h}}$

Portanto, a declaração do motorista é **falsa**, pois o carro *A* estava a uma velocidade superior à permitida (80 km/h).

P.421 a) Sendo o sistema isolado, haverá conservação da quantidade de movimento nas direções horizontal (x) e vertical (y):





$Q_a(x) = Q_d(x)$

$(M + m_2) \cdot v_0 = (M + m_1 + m_2) \cdot v_x$

$(650 + 70) \cdot 100 = (650 + 70 + 80) \cdot v_x$

$\boxed{v_x = 90 \text{ m/s}}$

$Q_a(y) = Q_d(y)$

$m_1 v_1 = (M + m_1 + m_2) \cdot v_y$

$80 \cdot 6 = (650 + 70 + 80) \cdot v_y$

$\boxed{v_y = 0{,}6 \text{ m/s}}$

b) $$E_{c_d} = \frac{(M + m_1 + m_2) \cdot (v_x^2 + v_y^2)}{2}$$

$$E_{c_d} = \frac{(650 + 70 + 80) \cdot [(90)^2 + (0{,}6)^2]}{2}$$

$\boxed{E_{c_d} \simeq 3{,}24 \cdot 10^6 \text{ J}}$

$$E_{c_a} = \frac{(M + m_2) \cdot v_0^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

$$E_{c_a} = \frac{(650 + 70) \cdot (100)^2}{2} + \frac{80 \cdot 6^2}{2}$$

$\boxed{E_{c_a} \simeq 3{,}60 \cdot 10^6 \text{ J}}$

$\Delta E_c = E_{c_d} - E_{c_a} = 3{,}24 \cdot 10^6 - 3{,}60 \cdot 10^6$

$\boxed{\Delta E_c = -3{,}6 \cdot 10^5 \text{ J}}$

P.422 Dados: $m_c = 10\text{ kg} + 15\text{ kg} = 25\text{ kg}$; $v_c = 0{,}1\text{ m/s}$

a) $Q_c = m_c \cdot v_c = 2{,}5 \cdot 0{,}1 \Rightarrow \boxed{Q_c = 2{,}5\text{ kg} \cdot \text{m/s}}$

b) Se a mãe retira o pacote sem exercer nenhuma ação sobre o carrinho, **não há impulso na direção horizontal**. Portanto, a velocidade do carrinho **não varia**.

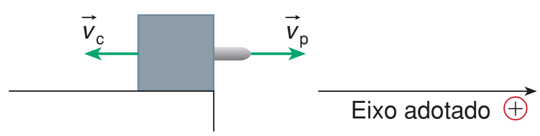
P.423 Dados: $m_c = 0{,}5\text{ kg}$; $m_p = 0{,}125\text{ kg}$; $h = 0{,}45\text{ m}$; $x = 0{,}3\text{ m}$; $g = 10\text{ m/s}^2$

Tempo de queda do projétil:

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 0{,}45 = \frac{10t^2}{2} \Rightarrow t^2 = 0{,}09 \Rightarrow t = 0{,}3\text{ s}$$

Movimento horizontal do projétil:

$x = v_p \cdot t \Rightarrow 0{,}3 = v_p \cdot 0{,}3 \Rightarrow v_p = 1\text{ m/s}$



Conservação da quantidade de movimento imediatamente antes e imediatamente depois de o projétil ser disparado:

$Q_{depois} = Q_{antes} \Rightarrow m_p \cdot v_p - m_c \cdot v_c = 0 \Rightarrow m_p \cdot v_p = m_c \cdot v_c \Rightarrow$

$\Rightarrow 0{,}125 \cdot 1 = 0{,}5\, v_c \Rightarrow \boxed{v_c = 0{,}25\text{ m/s}}$

P.424 Conservação da quantidade de movimento:

a) Previsão de Mário: $Q_{antes} = 2mv$; $Q_{depois} = m \cdot 2v$

Portanto, sob esse aspecto, a previsão de Mário é coerente.

b) Previsão de Pedro: $Q_{antes} = 2mv$; $Q_{depois} = 2mv$

Portanto, sob esse aspecto, a previsão de Pedro é coerente.

Conservação da energia cinética:

a) Previsão de Mário:

$$E_{c_{inicial}} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2 \Rightarrow E_{c_{final}} = \frac{m(2v)^2}{2} = \frac{4mv^2}{2} = 2mv^2$$

Sob esse aspecto, a previsão de Mário é incorreta, pois prevê aumento da energia cinética.

b) Previsão de Pedro:

$$E_{c_{inicial}} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2 \Rightarrow E_{c_{final}} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$$

Sob esse aspecto, a previsão de Pedro é coerente, pois prevê conservação da energia cinética.

Conclusão: A previsão de Mário é **incorreta** e a de Pedro é **correta**.

P.425 Dados: $m = 100$ g $= 0,1$ kg; $k = 9$ N/m; $h = 0,5$ m; $e = 1$; $g = 10$ m/s^2

a) Conservação da energia mecânica na queda do pêndulo:

$$E_{p_1} = E_{c_2} \Rightarrow mgh = \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow v_A^2 = 2gh \Rightarrow v_A^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0,5 = 10 \Rightarrow v_A = \sqrt{10} \text{ m/s}$$

Como as massas são iguais e o choque é elástico, há uma troca de velocidades (ver exercício **R.154**):

$$\boxed{v'_B = \sqrt{10} \text{ m/s}} \quad \text{e} \quad \boxed{v'_A = 0}$$

b) A energia cinética adquirida pela esfera presa à mola converte-se totalmente na energia elástica armazenada pela mola ao ser comprimida:

$$E_{p_{\text{elást.}}} = E_{c_B} \Rightarrow \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow 9x^2 = 0,1 \cdot 10 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{9} \Rightarrow \boxed{x = \frac{1}{3} \text{ m}}$$

P.426 a) A relação entre os módulos das forças $\vec{F}_{AB}$ de A sobre B e $\vec{F}_{BA}$ de B sobre A é:

$$\boxed{\frac{F_{AB}}{F_{BA}} = 1}$$

Trata-se de forças de ação e reação e, portanto, $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$, vetorialmente, e $F_{AB} = F_{BA}$, em módulo.

b) Do gráfico, obtemos:

$v_A = 10$ m/s e $v'_A = -3$ m/s

$v_B = -6$ m/s e $v'_B = 9$ m/s

Conservação da quantidade de movimento:

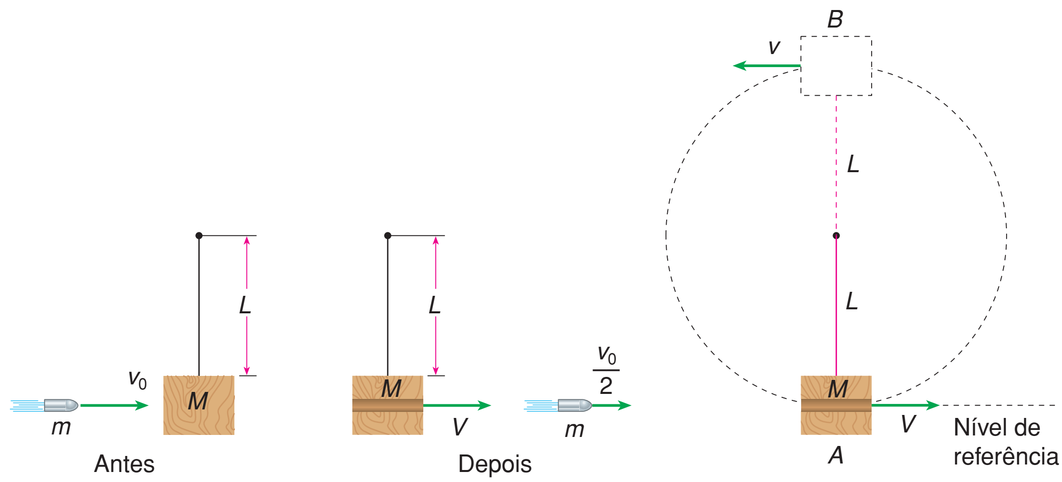
$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \Rightarrow m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B \Rightarrow$

$\Rightarrow m_A \cdot 10 - m_B \cdot 6 = -m_A \cdot 3 + m_B \cdot 9 \Rightarrow$

$\Rightarrow 10m_A + 3m_A = 9m_B + 6m_B \Rightarrow 13m_A = 15m_B$

Portanto: $\boxed{\frac{m_A}{m_B} = \frac{15}{13}}$

P.427



Conservação da quantidade de movimento:

$$Q_a = Q_d$$

$$mv_0 = MV + m \cdot \frac{v_0}{2}$$

$$V = \frac{m \cdot v_0}{2M}$$

Conservação da energia mecânica:

$$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$$

$$\frac{MV^2}{2} = Mg \cdot 2L + \frac{Mv^2}{2}$$

$$V^2 = 4gL + v^2$$

$$\left(\frac{mv_0}{2M}\right)^2 = 4gL + v^2$$

v_0 mínimo $\Rightarrow$ v mínimo: $v_{mín.} = \sqrt{L \cdot g}$

Portanto:

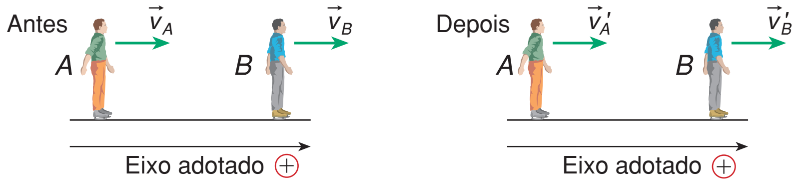
$$\frac{m^2 \cdot v_0^2}{4M^2} = 4gL + gL$$

$$v_0^2 = \frac{4M^2}{m^2} \cdot 5gL$$

$$\boxed{v_0 = \frac{2M}{m} \cdot \sqrt{5gL}}$$

P.428 a) Dados: $m_A = 40$ kg; $m_B = 30$ kg; $v_A = 2{,}0$ m/s; $v_B = 1{,}0$ m/s

Do gráfico: $v'_A = 1{,}0$ m/s



Conservação da quantidade de movimento:

$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B \Rightarrow$

$\Rightarrow 40 \cdot 2{,}0 + 30 \cdot 1{,}0 = 40 \cdot 1{,}0 + 30 \cdot v'_B \Rightarrow 80 + 30 = 40 + 30\ v'_B \Rightarrow$

$\Rightarrow 30\ v'_B = 70 \Rightarrow \boxed{v'_B = \frac{7}{3} \text{ m/s} \simeq 2{,}3 \text{ m/s}}$

b) $\Delta Q_A = Q'_A - Q_A = m_A\, v_A - m_A\, v'_A = 40 \cdot 2{,}0 - 40 \cdot 1{,}0 \Rightarrow \Delta Q = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Como $I = \Delta Q$, vem: $I = 40$ N · s

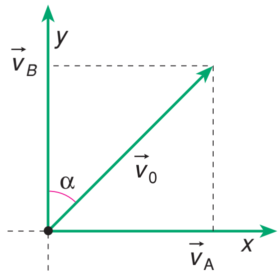
A duração da interação é: $\Delta t = 1{,}3 - 1{,}2 \Rightarrow \Delta t = 0{,}1$ s

Portanto, a partir da definição de impulso, temos:

$I = F_m \Delta t \Rightarrow 40 = F_m \cdot 0{,}1 \Rightarrow \boxed{F_m = 400 \text{ N}}$ ou $\boxed{F_m = 4{,}0 \cdot 10^2 \text{ N}}$

P.429 Dados: $m_A = m_B = m = 200$ g $= 0{,}20$ kg; $v_0 = 2{,}0$ m/s; sen $\alpha = 0{,}80$

a) Conservação da quantidade de movimento: $\vec{Q}_A + \vec{Q}_B = \vec{Q}_0$



Mas $\vec{Q}_A = m\vec{v}_A$; $\vec{Q}_B = m\vec{v}_B$ e $\vec{Q}_0 = m\vec{v}_0$.

Assim:

$m\vec{v}_A + m\vec{v}_B = m\vec{v}_0 \Rightarrow \vec{v}_A + \vec{v}_B = \vec{v}_0$

Essa soma vetorial está representada na figura, da qual obtemos:

$\text{sen}\ \alpha = \frac{v_A}{v_0} \Rightarrow v_A = v_0 \cdot \text{sen}\ \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow v_A = 2{,}0 \cdot 0{,}80 \Rightarrow \boxed{v_A = 1{,}6 \text{ m/s}}$

Como a esfera A se desloca ao longo do eixo x, os componentes dessa velocidade serão: $\boxed{v_{A_x} = 1{,}6 \text{ m/s}}$ e $\boxed{v_{A_y} = 0}$

Da figura, obtém-se ainda:

$\cos \alpha = \frac{v_B}{v_0} \Rightarrow v_B = v_0 \cdot \cos \alpha$

Sendo $\text{sen}^2\ \alpha + \cos^2 \alpha = 1$, obtemos $\cos \alpha = 0{,}60$.

Então: $v_B = 2{,}0 \cdot 0{,}60 \Rightarrow \boxed{v_B = 1{,}2 \text{ m/s}}$

Como a esfera *B* se desloca ao longo do eixo *y*, as componentes dessa velocidade serão: $\boxed{v_{B_x} = 0}$ e $\boxed{v_{B_y} = 1{,}2 \text{ m/s}}$

b) Se as duas bolas saem formando um ângulo de 90° após a colisão, esta é perfeitamente elástica (ver exercício **R.160**). Portanto, há conservação da energia cinética: $\boxed{\Delta E_c = 0}$

Pode-se chegar a essa mesma conclusão calculando-se a energia cinética antes e depois da colisão:

$$E_{c_{antes}} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{0{,}20 \cdot (2{,}0)^2}{2} \Rightarrow E_{c_{antes}} = 0{,}40 \text{ J}$$

$$E_{c_{depois}} = E_{c_A} + E_{c_B} = \frac{mv_A^2}{2} + \frac{mv_B^2}{2} = \frac{0{,}20 \cdot (1{,}6)^2}{2} + \frac{0{,}20 \cdot (1{,}2)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{c_{depois}} = 0{,}256 + 0{,}144 \Rightarrow E_{c_{depois}} = 0{,}40 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = E_{c_{depois}} - E_{c_{antes}} = 0{,}40 - 0{,}40 \Rightarrow \boxed{\Delta E_c = 0}$$

P.430 a) A velocidade orbital do planeta aumenta à medida que ele se aproxima do Sol e diminui à medida que se afasta, de acordo com a segunda lei de Kepler. Portanto, a velocidade do planeta é máxima no ponto *P* e mínima no ponto *A*.

b) Da segunda lei de Kepler, podemos concluir que, quanto maior a área, maior será o intervalo de tempo para o planeta percorrê-la. Analisando as áreas correspondentes aos percursos considerados, temos: $A_{VPI} < A_{PIA} = A_{AVP} < A_{IAV}$

Portanto, para os respectivos intervalos de tempo, teremos:

$\Delta t_{VPI} < \Delta t_{PIA} = \Delta t_{AVP} < \Delta t_{IAV}$

P.431 a)

$$\left.\begin{array}{l}\frac{1}{4}\text{ órbita} \text{ —— } 28\text{ dias terrestres}\\ 1\text{ órbita} \text{ —— } T\end{array}\right\} \Rightarrow T = 28 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{T = 112\text{ dias terrestres}}$$

b) $R = 5.000$ km; $\Delta t = T = 112$ dias

Área da órbita: $A = \pi R^2 \simeq 3{,}14 \cdot (5.000)^2 \Rightarrow A \simeq 7{,}85 \cdot 10^7\ \text{km}^2$

Velocidade areolar: $k = \dfrac{A}{\Delta t} = \dfrac{7{,}85 \cdot 10^7}{112} \Rightarrow \boxed{k \simeq 7{,}0 \cdot 10^5\ \text{km}^2/\text{dia terrestre}}$

P.432 Se a área descrita corresponde a um quinto da área total, o intervalo de tempo em questão é um quinto do período ($T = 365$ dias):

$$\Delta t = \frac{T}{5} = \frac{365}{5} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 73\text{ dias}}$$

P.433 Dados: $T_U = 84$ anos; $R_U = 4R_J$

$$\frac{T_U^2}{R_U^3} = \frac{T_J^2}{R_J^3} \Rightarrow \frac{(84)^2}{(4R_J)^3} = \frac{T_J^2}{R_J^3} \Rightarrow \frac{7.056}{64R_J^3} = \frac{T_J^2}{R_J^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_J^2 = 110{,}25 \Rightarrow \boxed{T_J \simeq 10{,}5\text{ anos terrestres}}$$

P.434 Dados: $R_P = 9R_T$; $T_T = 1$ ano

$$\frac{T_P^2}{R_P^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{T_P^2}{(9R_T)^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{T_P^2}{729R_T^3} = \frac{1^2}{R_T^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_P^2 = 729 \Rightarrow \boxed{T_P = 27\text{ anos terrestres}}$$

P.435 Dados: $R_1 = R$; $T_1 = T$; $T_2 = 8T$

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_1^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \frac{(8T)^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \frac{64T^2}{R_2^3} \Rightarrow R_2^3 = 64R^3 \Rightarrow \boxed{R_2 = 4R}$$

P.436 Dados: $M \simeq 2{,}0 \cdot 10^{30}$ kg; $m \simeq 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg; $d \simeq 1{,}5 \cdot 10^{11}$ m;
$G \simeq 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ N · m²/kg²

Aplicando a lei da Gravitação Universal, temos:

$$F_{ST} = G\frac{M \cdot m}{d^2} = 6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2{,}0 \cdot 10^{30} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}}{(1{,}5 \cdot 10^{11})^2} \Rightarrow \boxed{F_{ST} \simeq 3{,}6 \cdot 10^{22}\ \text{N}}$$

P.437 Dados: $M \simeq 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg; $m = 7{,}0 \cdot 10^{22}$ kg; $d \simeq 4{,}0 \cdot 10^{8}$ m/s²;
$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ N · m²/kg²

Aplicando a lei da Gravitação Universal:

$$F_{TL} = G\frac{Mm}{d^2} = 6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6{,}0 \cdot 10^{24} \cdot 7{,}0 \cdot 10^{22}}{(4{,}0 \cdot 10^{8})^2} \Rightarrow \boxed{F_{TL} \simeq 1{,}8 \cdot 10^{20}\ \text{N}}$$

Comparação: $$\frac{F_{ST}}{F_{TL}} = \frac{3{,}6 \cdot 10^{22}}{1{,}8 \cdot 10^{20}} \Rightarrow \boxed{\frac{F_{ST}}{F_{TL}} = 2{,}0 \cdot 10^{2}}$$

A força de atração gravitacional do Sol sobre a Terra tem intensidade 200 vezes maior que a intensidade da força gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua.

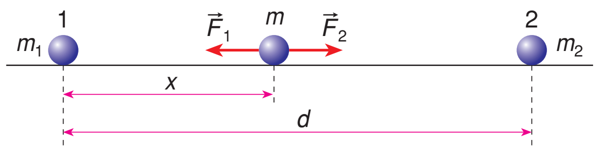
P.438 Dados: $d = r$; $F = 5$ N; $F = G\dfrac{M \cdot m}{d^2}$

a) $F' = G\dfrac{2Mm}{d^2} \Rightarrow F' = 2F \Rightarrow \boxed{F' = 10\ \text{N}}$

b) $F'' = G\dfrac{3M \cdot 3m}{d^2} \Rightarrow F'' = 9F \Rightarrow \boxed{F'' = 45\ \text{N}}$

c) $F''' = G\dfrac{Mm}{\left(\dfrac{d}{2}\right)^2} = G\dfrac{Mm}{d^2} \cdot 4 \Rightarrow F''' = 4F \Rightarrow \boxed{F''' = 20\ \text{N}}$

P.439



$m_1 = 9m_2$

$$\vec{F}_R = \vec{0} \Rightarrow F_1 = F_2 \Rightarrow G\frac{m_1 m}{x^2} = G\frac{m_2 m}{(d - x)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(d - x^2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{9m_2}{x^2} = \frac{m_2}{(d - x)^2} \Rightarrow 9 \cdot (d - x)^2 = x^2 \Rightarrow 3 \cdot (d - x) = x \Rightarrow 3d - 3x = x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4x = 3d \Rightarrow x = \frac{3d}{4} \Rightarrow \boxed{x = 0{,}75d}$$

P.440 Dados: $P_T = 40$ N (na superfície da Terra); $P_N = 10$ N (na nave)

$$P_T = mg_T = mG\frac{M}{R^2} \text{ ①}; \; P_N = mg_N = mG\frac{M}{d^2} \text{ ②}$$

Dividindo ① por ②: $\dfrac{P_T}{P_N} = \dfrac{d^2}{R^2} \Rightarrow \dfrac{40}{10} = \dfrac{d^2}{R^2} \Rightarrow \boxed{d = 2R}$

P.441 $M_P = 10M_T$ ①; $R_P = 2R_T$ ②; $g = G\dfrac{M_T}{R_T^2}$ ③; $g_P = G\dfrac{M_P}{R_P^2}$ ④

Substituindo ① e ② em ④ e comparando o resultado com a expressão ③:

$$g_P = G\frac{10M_T}{4R_T^2} \Rightarrow g_P = 2{,}5G\frac{M_T}{R_T^2} \Rightarrow \boxed{g_P = 2{,}5g}$$

P.442 $M_P = 8M_T$ ①; $R_P = 3R_T$ ②; $g_T = G\dfrac{M_T}{R_T^2}$ ③; $g_P = G\dfrac{M_P}{R_P^2}$ ④

Substituindo ① e ② em ④ e comparando o resultado com a expressão ③:

$$g_P = G \cdot \frac{8M_T}{9R_T^2} \Rightarrow g_P = \frac{8}{9}g_T \Rightarrow \boxed{\frac{g_P}{g_T} = \frac{8}{9}}$$

P.443 Dados: $m = 50$ kg; $g_T = 10$ m/s^2;

$$g_P = \frac{8}{9} \cdot 10 \Rightarrow g_P = \frac{80}{9} \text{ m/s}^2$$

O peso do corpo na superfície desse planeta imaginário será:

$$P_P = m \cdot g_P = 50 \cdot \frac{80}{9} \Rightarrow \boxed{P_P \simeq 444{,}4 \text{ N}}$$

P.444 De acordo com o exercício resolvido **R.170**, temos: $g_e = g_p - \omega^2 R$

Para que o peso de uma pessoa no equador ficasse nulo, deveríamos ter: $g_e = 0$.

Portanto:

$$0 = g_p - \omega^2 R \Rightarrow \omega^2 = \frac{g_p}{R} \Rightarrow \omega^2 = \frac{10}{6{,}4 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{\omega = 1{,}25 \cdot 10^{-3}\ \text{rad/s}}$$

Observação:

A velocidade angular de rotação real da Terra é:

$$\omega_T = \frac{2\pi}{24 \cdot 3.600}\ \text{rad/s} \simeq 7{,}26 \cdot 10^{-5}\ \text{rad/s}$$

$$\text{Logo: } \frac{\omega}{\omega_T} = \frac{1{,}25 \cdot 10^{-3}}{7{,}26 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow \frac{\omega}{\omega_T} \simeq 17$$

A Terra deveria girar com velocidade angular 17 vezes maior do que a velocidade angular real.

P.445 Dados: $R = 8{,}0 \cdot 10^6$ m; $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; $M = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg

a) $$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}}{8{,}0 \cdot 10^6}} \Rightarrow \boxed{v \simeq 7{,}0 \cdot 10^3\ \text{m/s}}$$

b) $$T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow T \simeq \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 8{,}0 \cdot 10^6}{7 \cdot 10^3} \Rightarrow \boxed{T \simeq 7{,}1 \cdot 10^3\ \text{s}}$$

P.446 Dado: $m = 100$ kg

a) $$F_{cp} = \frac{mv^2}{R} = \frac{100 \cdot 50 \cdot 10^6}{8{,}0 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{F_{cp} = 625\ \text{N}}$$

b) Seu peso "funciona" como força centrípeta, tendo como única função mantê-lo em movimento circular.

P.447 Dados: $M = 7{,}0 \cdot 10^{22}$ kg; $R = 1{,}73 \cdot 10^6$ m; $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}0 \cdot 10^{22}}{1{,}73 \cdot 10^6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v_0 \simeq 2{,}3 \cdot 10^3\ \text{m/s}} \text{ ou } \boxed{v_0 \simeq 2{,}3\ \text{km/s}}$$

P.448 a) $$\frac{T_p^2}{R_p^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{T_p^2}{(2{,}5)^3} = \frac{(1{,}0)^2}{(1{,}0)^3} \Rightarrow \boxed{T_p \simeq 4{,}0 \text{ anos terrestres}}$$

b) Da terceira lei de Kepler $\left(\frac{T^2}{R^3} = K\right)$ concluímos que o ano de mercúrio é **mais curto** que o terrestre.

P.449 a) $\begin{cases} A = 6{,}98 \cdot 10^{22} \text{ m}^2 \text{ quando } \Delta t = 12 \text{ meses} \\ A = ? \text{ para } \Delta t = 2 \text{ meses} \end{cases}$

Como $A = k \cdot \Delta t$, temos:

$$\left.\begin{aligned} 6{,}98 \cdot 10^{22} &= k \cdot 12 \\ A &= k \cdot 2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{6{,}98 \cdot 10^{22}}{A} = \frac{12}{2} \Rightarrow \boxed{A \simeq 1{,}16 \cdot 10^{22} \text{ m}^2}$$

b) segunda lei de Kepler

P.450 $M'_T = \dfrac{M_T}{2}$; $R'_T = R_T - \dfrac{1}{4} \cdot R_T = \dfrac{3}{4} \cdot R_T$;

$$g_T = G\frac{M_T}{R_T^2};\ g'_T = G\frac{M'_T}{R'^2_T}$$

$$g'_T = G\frac{\frac{M_T}{2}}{\left(\frac{3}{4}R_T\right)^2} = G\frac{M_T}{2 \cdot \frac{9}{16}R_T^2} \Rightarrow \boxed{g'_T = \frac{8}{9}g_T}$$

P.451 $g = G\dfrac{M}{(R + h)^2}$

$$0{,}6 = G\frac{M}{(R + 4{,}8 \cdot 10^3)^2} \quad ①$$

$$2{,}4 = G\frac{M}{(R + 0{,}7 \cdot 10^3)^2} \quad ②$$

Dividindo ② por ①, temos:

$$4 = \frac{(R + 4{,}8 \cdot 10^3)^2}{(R + 0{,}7 \cdot 10^3)^2} \Rightarrow R = 3{,}4 \cdot 10^3 \text{ km} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 34 \cdot 10^5 \text{ m} \Rightarrow \boxed{R = 34 \text{ unidades de } 10^5 \text{ m}}$$

P.452 $g = G\dfrac{M}{R^2}$, $d = \dfrac{M}{V}$

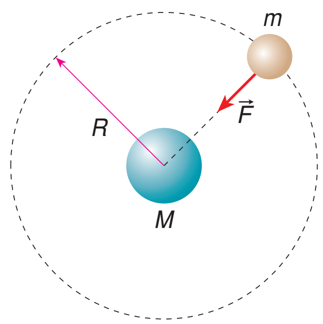
$$M = dV \Rightarrow M = d\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$g = G\frac{d\frac{4}{3}\pi R^3}{R^2} \Rightarrow g = \frac{4}{3}G\pi dR$$

$$g_s = \frac{4}{3}G\pi d_s R_s \Rightarrow g_s = \frac{4}{3}G\pi\frac{1}{4}d_T 110 R_T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g_s = \frac{110}{4}\frac{4}{3}G\pi d_T R_T \Rightarrow g_s = \frac{110}{4}g_T \Rightarrow g_s = \frac{110}{4}9{,}8 \Rightarrow \boxed{g_s = 269{,}5 \text{ m/s}^2}$$

P.453 a)



b) A velocidade escalar v do satélite em órbita ao redor do planeta é dada por:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Para a velocidade angular, temos:

$$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = \frac{\sqrt{\frac{GM}{R}}}{R} \Rightarrow \boxed{\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}}$$

P.454 a) Asteroide: $R = 6{,}5 \cdot 10^5$ m; $M = 6 \cdot 10^{21}$ kg

Cálculo da aceleração da gravidade na superfície do asteroide:

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{21}}{(6{,}5)^2 \cdot 10^{10}} \Rightarrow \boxed{g \simeq 0{,}95 \text{ m/s}^2}$$

Esse valor é incompatível com o trabalho em condições semelhantes às da Terra, onde a aceleração da gravidade na superfície é mais que dez vezes maior ($g_T = 9{,}8$ m/s^2).

b) Cada metade do asteroide, saindo com velocidade $v = 2{,}1 \cdot 10^3$ m/s, terá energia cinética:

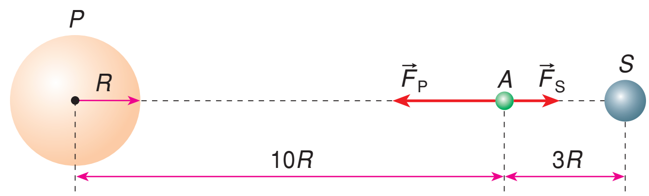
$$E_c = \frac{M}{2} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{6 \cdot 10^{21}}{2} \cdot \frac{(2{,}1 \cdot 10^3)^2}{2} \Rightarrow E_c \simeq 6{,}6 \cdot 10^{27} \text{ J}$$

Portanto, a energia total necessária para o feito descrito é:

$$E_t = 2E \Rightarrow \boxed{E_t \simeq 13{,}2 \cdot 10^{27} \text{ J}} \Rightarrow \boxed{E_t \simeq 1{,}32 \cdot 10^{28} \text{ J}}$$

Assim, a energia fornecida pelo artefato nuclear (9 megatons $= 4 \cdot 10^{14}$ J) é **muito menor** que a necessária.

P.455 Dados: $m_S = \dfrac{m_P}{1.000}$; $d_P = 10R$; $d_S = 3R$



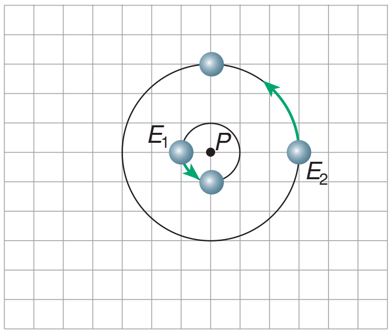
$$F_P = G\frac{m_P m_A}{d_P^2} \Rightarrow F_P = G\frac{m_P m_A}{(10R)^2} \Rightarrow F_P = G\frac{m_P m_A}{100R^2} \quad ①$$

$$F_S = G\frac{m_S m_A}{d_S^2} \Rightarrow F_S = G\frac{\frac{m_P}{1.000} \cdot m_A}{(3R)^2} \Rightarrow F_S = G\frac{\frac{m_P}{1.000} m_A}{9R^2} \quad ②$$

Dividindo ① por ② membro a membro:

$$\frac{F_P}{F_S} = \frac{G\frac{m_P m_A}{100R^2}}{G\frac{m_P m_A}{9.000R^2}} \Rightarrow \frac{F_P}{F_S} = \frac{9.000}{100} \Rightarrow \boxed{\frac{F_P}{F_S} = 90}$$

P.456 a) Sendo de 12 dias o período, concluímos que em 15 dias as estrelas completaram uma volta e mais um quarto de volta. Suas posições são as indicadas na figura.



b) Como as estrelas têm o mesmo período, têm a mesma velocidade angular:

$\omega_1 = \omega_2$

Portanto:

$$\frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_2} \Rightarrow \frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{3R_1} \Rightarrow \boxed{\frac{v_2}{v_1} = 3}$$

c) As forças de atração gravitacional entre as estrelas têm as mesmas intensidades, pelo princípio da ação e reação. Essas forças são centrípetas.

Para a estrela E_1, temos:

$$F_1 = G\frac{M_1 M_2}{D^2} = M_1\omega^2 R_1 \Rightarrow G\frac{M_2}{D^2} = \frac{4\pi^2}{T^2}R_1$$

Sendo $M_2 = \dfrac{M_1}{3}$ e $R_1 + 3R_1 = D$, $R_1 = \dfrac{D}{4}$, temos:

$$\frac{G\frac{M_1}{3}}{D^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{D}{4} \Rightarrow \boxed{M_1 = \frac{3\pi^2 D^3}{GT^2}}$$

P.457 a) A velocidade orbital v do satélite relaciona-se com a velocidade angular ω_T pela fórmula:

$$\boxed{v = \omega_T R}$$

b) Sendo $v = \sqrt{\dfrac{GM}{R}}$, temos:

$$\sqrt{\frac{GM}{R}} = \omega_T \cdot R \Rightarrow \frac{GM}{R} = \omega_T^2 \cdot R^2 \Rightarrow R^3 = \frac{GM}{\omega_T^2} \Rightarrow \boxed{R = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega_T^2}}}$$

Mas: $GM = gR_T^2$

Assim: $\boxed{R = \sqrt[3]{\dfrac{gR_T^2}{\omega_T^2}}}$

P.458 a) $F = G\dfrac{Mm}{R^2} = m\dfrac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = \dfrac{GM}{R}$ ①

Mas $g = G\dfrac{M}{R^2}$. Portanto: $GM = gR^2$ ②

Substituindo ② em ①:

$v^2 = gR \Rightarrow v = \sqrt{gR}$

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

$$v = \sqrt{64 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{v = 8{,}0 \cdot 10^3\ m/s} \text{ ou } \boxed{v = 8{,}0\ km/s}$$

b) $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{T}R \Rightarrow 8 \cdot 10^3 = \dfrac{2 \cdot 3}{T} \cdot 6{,}4 \cdot 10^6 \Rightarrow$

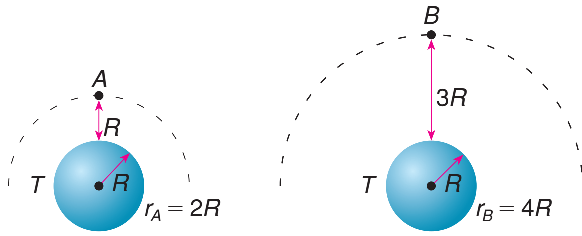
$\Rightarrow T = 4{,}8 \cdot 10^3\ s \Rightarrow \boxed{T = 80\ min}$

P.459 $F = G\dfrac{Mm}{R^2} = m\omega^2 R \Rightarrow G\dfrac{M}{R^2} = \dfrac{4\pi^2}{T^2}R \Rightarrow M = \dfrac{4\pi^2R^3}{GT^2}$

A densidade é dada por:

$$d = \frac{M}{V} \Rightarrow d = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \Rightarrow d = \frac{\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}}{\frac{4}{3}\pi R^3} \Rightarrow \boxed{d = \frac{3\pi}{GT^2}}$$

P.460



$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}};\ v_A = \sqrt{\frac{GM}{2R}} \text{ e } v_B = \sqrt{\frac{GM}{4R}}$$

a) $$\frac{E_{c(A)}}{E_{c(B)}} = \frac{\frac{mv_A^2}{2}}{\frac{mv_B^2}{2}} \Rightarrow \frac{E_{c(A)}}{E_{c(B)}} = \frac{v_A^2}{v_B^2} \Rightarrow \frac{E_{c(A)}}{E_{c(B)}} = \frac{\frac{GM}{2R}}{\frac{GM}{4R}} \Rightarrow \frac{E_{c(A)}}{E_{c(B)}} = 2 \Rightarrow \boxed{\frac{E_{c(A)}}{E_{c(B)}} = 2}$$

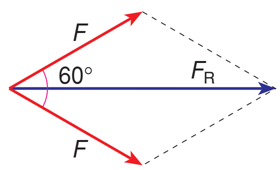
b) $$\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{Kr_A^3}{Kr_B^3} \Rightarrow \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{r_A^3}{r_B^3} \Rightarrow \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{(2R)^3}{(4R)^3} \Rightarrow \frac{T_A^2}{T_B^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_A^2}{T_B^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{\frac{T_A}{T_B} = \frac{\sqrt{2}}{4}}$$

P.461 De $F_1 = 3$ N, $F_2 = 7$ N e sendo $F_2 - F_1 \leqslant F_R \leqslant F_2 + F_1$, temos:

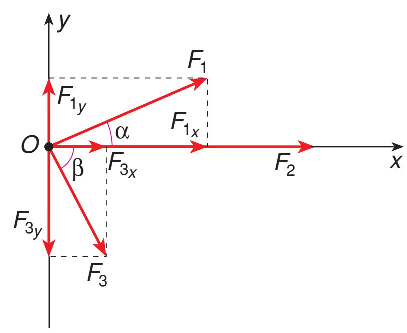
$$\boxed{4\text{ N} \leqslant F_R \leqslant 10\text{ N}}$$

P.462 Para a determinação de intensidade da resultante, podemos aplicar a lei dos cossenos:



$$F_R^2 = F^2 + F^2 + 2 \cdot F \cdot F \cdot \cos 60°$$
$$F_R^2 = F^2 + F^2 + 2 \cdot F \cdot F \cdot 0{,}5$$
$$F_R^2 = 3F^2$$
$$\boxed{F_R = F\sqrt{3}}$$

P.463 Para a determinação da resultante pelo método das projeções, adotamos um sistema cartesiano xy com a origem O coincidente com o ponto de atuação das três forças.



- Projeção de $\vec{F}_1$ em x:

$F_{1_x} = F_1 \cdot \cos \alpha = 3 \cdot 0{,}8 \Rightarrow F_{1_x} = 2{,}4$ N

- Projeção de $\vec{F}_2$ em x:

$F_{2_x} = F_2 = 5$ N

- Projeção de $\vec{F}_3$ em x:

$F_{3_x} = F_3 \cdot \cos \beta = 2 \cdot 0{,}6 \Rightarrow F_{3_x} = 1{,}2$ N

A projeção da força resultante na direção x é dada por:

$F_{R_x} = F_{1_x} + F_{2_x} + F_{3_x} = 2{,}4 + 5 + 1{,}2 \Rightarrow F_{R_x} = 8{,}6$ N

- Projeção de $\vec{F}_1$ em y:

$F_{1_y} = F_1 \cdot \text{sen}\, \alpha = 3 \cdot 0{,}6 \Rightarrow F_{1_y} = 1{,}8$ N

- Projeção de $\vec{F}_2$ em y:

$F_{2_y} = 0$

- Projeção de $\vec{F}_3$ em y:

$F_{3_y} = -F_3 \cdot \text{sen}\, \beta = -2 \cdot 0{,}8 \Rightarrow F_{3_y} = -1{,}6$ N

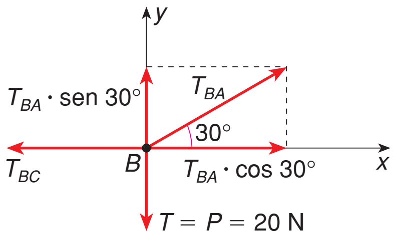
A projeção da força resultante na direção y é dada por:

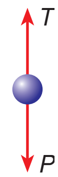
$F_{R_y} = F_{1_y} + F_{2_y} + F_{3_y} = 1{,}8 + 0 - 1{,}6 \Rightarrow F_{R_y} = 0{,}2$ N

A intensidade F_R da resultante é dada por:

$$F_R^2 = F_{R_x}^2 + F_{R_y}^2 \Rightarrow F_R^2 = (8{,}6)^2 + (0{,}2)^2 \Rightarrow \boxed{F_R \simeq 8{,}6\text{ N}}$$

P.464 Isolemos o ponto B, onde concorrem os três fios. Observe que a tração no fio vertical tem módulo igual ao peso P. Vamos resolver esse exercício pelo método das projeções.





- Projeções em x:

$T_{BA} \cdot \cos 30° - T_{BC} = 0$

$T_{BA} \cdot 0{,}87 = T_{BC}$ ①

- Projeções em y:

$T_{BA} \cdot \text{sen } 30° - P = 0$

$T_{BA} \cdot 0{,}50 = 20$

$\boxed{T_{BA} = 40 \text{ N}}$

Em ①: $40 \cdot 0{,}87 = T_{BC} \Rightarrow \boxed{T_{BC} = 34{,}8 \text{ N}}$

P.465 Isolemos o ponto B, onde concorrem os três fios, sendo que a tração no fio BC tem módulo igual ao peso do bloco 1. Utilizando o método das projeções, temos:

a) Projeções em x:

$T_{BC} - T_{BA} \cdot \cos 60° = 0$

$30 - T_{BA} \cdot 0{,}50 = 0$

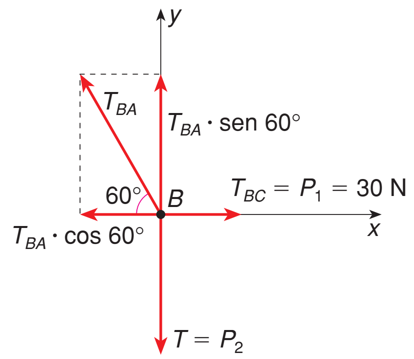
$\boxed{T_{BA} = 60 \text{ N}}$

b) Projeções em y:

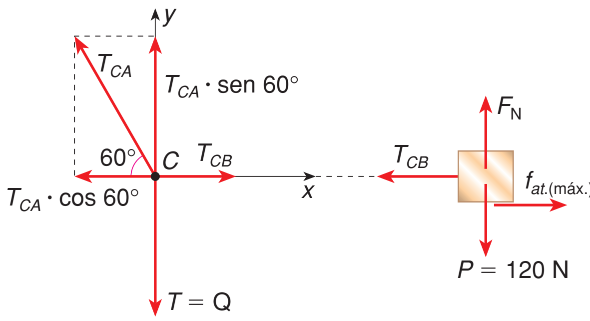
$T_{BA} \cdot \text{sen } 60° - P_2 = 0$

$60 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} - P_2 = 0$

$\boxed{P_2 = 30\sqrt{3} \text{ N}}$



P.466 Isolemos o ponto C e o bloco:



a) Estando o bloco na iminência de movimento, a força de atrito estático é máxima:

$f_{at.(máx.)} = \mu F_N = \mu P = 0,30 \cdot 120$

$\boxed{f_{at.(máx.)} = 36 \text{ N}}$

b) Utilizando o método das projeções no equilíbrio do ponto C, temos:

- Projeções em x:

$T_{CB} - T_{CA} \cdot \cos 60° = 0$

$T_{CB} = T_{CA} \cdot 0,50$

Mas: $T_{CB} = f_{at.(máx.)} = 36$ N

Logo: $36 = T_{CA} \cdot 0,50 \Rightarrow T_{CA} = 72$ N

- Projeções em y:

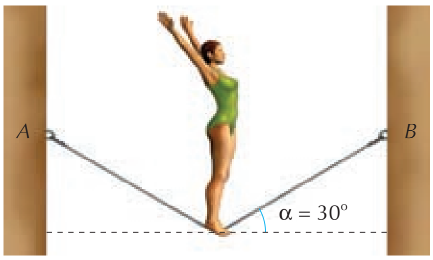
$T_{CA} \cdot \text{sen } 60° - Q = 0$

$$72 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - Q = 0$$

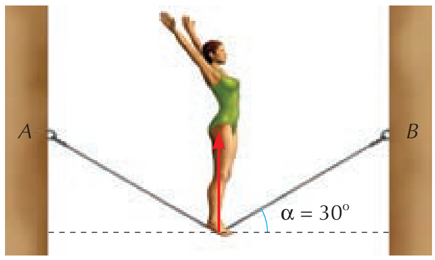
$\boxed{Q = 36\sqrt{3} \text{ N}}$

P.467 A resultante das forças que D e E exercem em C deve anular o peso de C. Portanto, essa resultante tem direção vertical, sentido de baixo para cima e módulo 150 N.

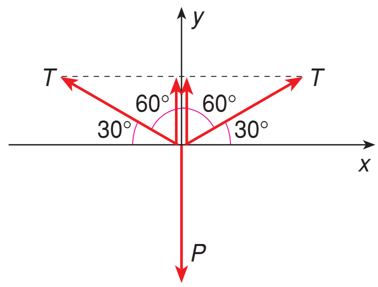
P.468 a)



b)



c)



Projeções em y:

$T \cdot \cos 60° + T \cdot \cos 60° - P = 0$

$2T \cdot \cos 60° = P$

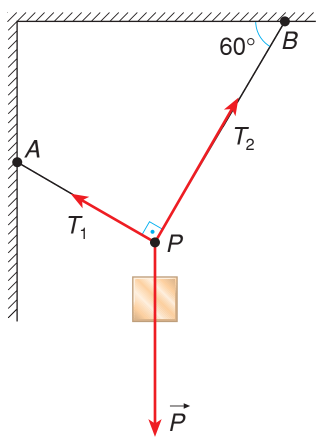
$2T \cdot \frac{1}{2} = P$

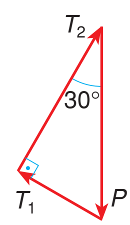
$T = P$

Como m = 70 kg, temos: $P = mg = 70 \cdot 10 \Rightarrow P = 700$ N

Daí, vem: $\boxed{T = 700 \text{ N}}$

P.469 Usando o método da linha poligonal fechada, vem:





No triângulo formado, temos $\text{sen } 30° = \frac{T_1}{P}$. Portanto, vem:

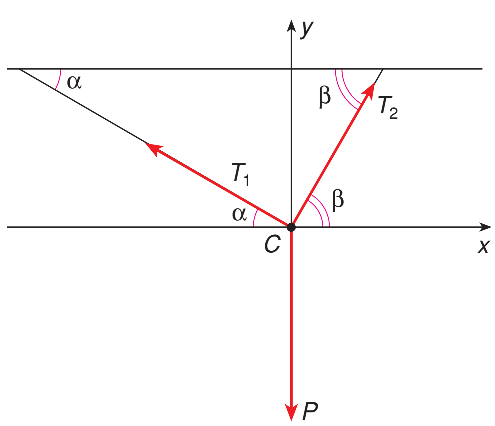
$T_1 = P \cdot \text{sen } 30° = 44 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{T_1 = 22 \text{ N}}$

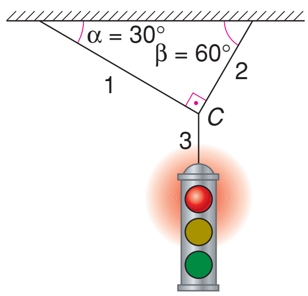
P.470 a) As trações (tensões) nos fios serão iguais quando os ângulos forem iguais ($\alpha = \beta$). De fato, analisando o equilíbrio no ponto C e considerando as projeções em x, temos:

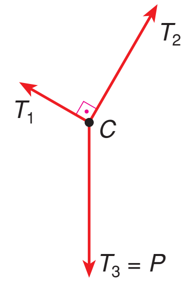
$T_2 \cdot \cos \beta - T_1 \cdot \cos \alpha = 0$

$T_2 \cdot \cos \beta = T_1 \cdot \cos \alpha$

Sendo $T_1 = T_2$, resulta $\alpha = \beta$.



b) 



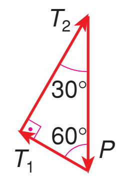
Para o cabo 3, vem:

$T_3 = P = 100$ N

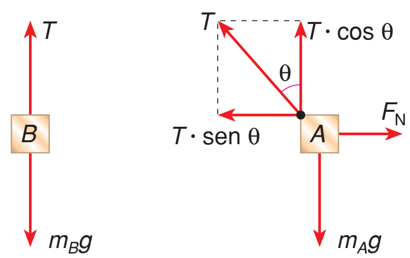
Usando o método da linha poligonal fechada, vem:

$T_1 = P \cdot \text{sen } 30° = 100 \cdot \dfrac{1}{2} \Rightarrow T_1 = 50$ N

$T_2 = P \cdot \text{sen } 60° = 100 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow T_2 = 50\sqrt{3}$ N



P.471 a)



A partir da condição de equilíbrio para o corpo *B*, temos:

$T = m_Bg$ ①

Aplicando a condição de equilíbrio na direção *y*, para o corpo *A*, temos:

$T \cdot \cos\theta - m_Ag = 0$ ②

Substituindo ① em ②, temos:

$m_Bg \cdot \cos\theta = m_Ag$

$\boxed{m_B \cdot \cos\theta = m_A}$

b) Deslocando-se o corpo *A* ligeiramente para baixo, o ângulo θ diminui e, portanto, o cos θ aumenta. A componente $T \cdot \cos\theta$ fica ligeiramente maior do que m_Ag, e o corpo sobe e passa a oscilar em torno da posição de equilíbrio. O equlíbrio é **estável**.

P.472 As componentes das forças dos elásticos *A* e *B* na direção *y* devem ter intensidades iguais, ou seja:

$$F_A \cdot \cos 45° = F_B \cdot \cos 30°$$

Substituindo os valores, temos: $\sqrt{3} \cdot 10^{-2} \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} = F_B \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow F_B = \sqrt{2} \cdot 10^{-2}$ N

Pela lei de Hooke, calcula-se a deformação do elástico *B*:

$F_B = kx \Rightarrow \sqrt{2} \cdot 10^{-2} = 2\sqrt{2} \cdot x \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-3}$ m $\Rightarrow x = 5$ mm

Por uma regra de três simples e direta, temos:

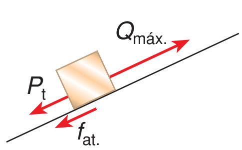
$$\left.\begin{array}{rcl} 1 \text{ volta} & \text{———} & 1 \text{ mm} \\ N & \text{———} & 5 \text{ mm} \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{N = 5 \text{ voltas}}$$

P.473 $P_t = P \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow P_t = 50 \cdot \dfrac{1}{2} \Rightarrow P_t = 25$ N

$P_n = P \cdot \cos 30° \Rightarrow P_n = 50 \cdot 0{,}87 \Rightarrow P_n = 43{,}5$ N

$f_{at.} = \mu \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = \mu \cdot P_n \Rightarrow f_{at.} = 0{,}2 \cdot 43{,}5 \Rightarrow f_{at.} = 8{,}7$ N

Q máximo (corpo de peso *P* na iminência de subir):

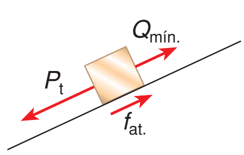


$Q_{máx.} = P_t + f_{at.}$

$Q_{máx.} = 25 + 8{,}7$

$Q_{máx.} = 33{,}7$ N

Q mínimo (corpo de peso *P* na iminência de descer):



$Q_{mín.} + f_{at.} = P_t$

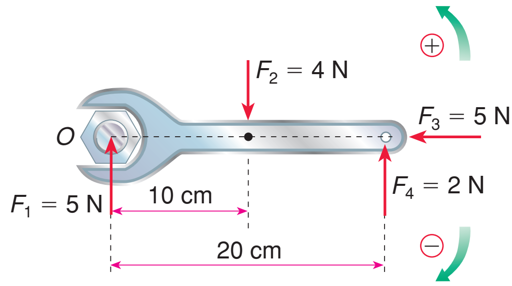
$Q_{mín.} + 8{,}7 = 25$

$Q_{mín.} = 16{,}3$ N

Portanto: $\boxed{16{,}3 \text{ N} \leqslant Q \leqslant 33{,}7 \text{ N}}$

Se a força de atrito for nula, *Q* deve ser igual a P_t e, portanto, igual a 25 N. Esse valor pertence ao intervalo de variação de *Q* para que haja equilíbrio.

P.474 a)



Pela definição de momento e considerando que, se uma força tende a produzir rotação do corpo em torno de um ponto, no sentido horário, terá momento negativo, obtemos:

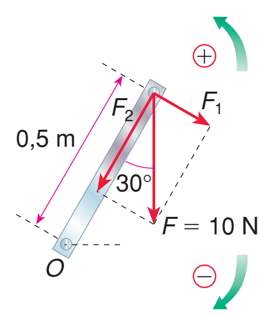
$$M_{F_1} = F_1 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{M_{F_1} = 0}$$

$$M_{F_2} = -F_2 \cdot d_2 = -4 \cdot 0{,}1 \Rightarrow \boxed{M_{F_2} = -0{,}4 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

$$M_{F_3} = F_3 \cdot 0 \Rightarrow \boxed{M_{F_3} = 0}$$

$$M_{F_4} = +F_4 \cdot d_4 = +2 \cdot 0{,}2 \Rightarrow \boxed{M_{F_4} = 0{,}4 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

b) Decompondo a força $\vec{F}$ nas componentes $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$, pode-se obter o momento da força $\vec{F}$ em relação ao ponto O pela soma algébrica dos momentos das componentes:



$$M_F = M_{F_1} + M_{F_2}$$

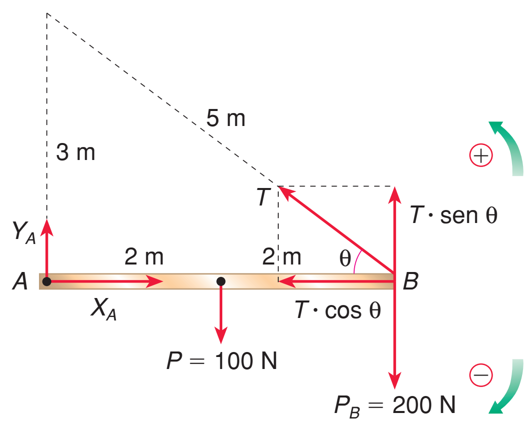
$$M_F = -F_1 \cdot d + F_2 \cdot 0$$

$$M_F = -F \cdot \text{sen } 30° \cdot d$$

$$M_F = -10 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5$$

$$\boxed{M_F = -2{,}5 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

P.475 Isolando a barra *AB* e impondo as condições de equilíbrio:



1ª) Resultante nula

Projeções em *x*:

$X_A - T \cdot \cos\theta = 0$

$X_A - T \cdot \frac{4}{5} = 0$

$X_A = \frac{4}{5}T$ ①

Projeções em *y*:

$Y_A + T \cdot \text{sen}\,\theta = P + P_B$

$Y_A + T \cdot \frac{3}{5} = 100 + 200$

$Y_A + \frac{3}{5}T = 300$ ②

2ª) Soma algébrica dos momentos nula em relação ao ponto *B*

$M_{Y_A} + M_P = 0$

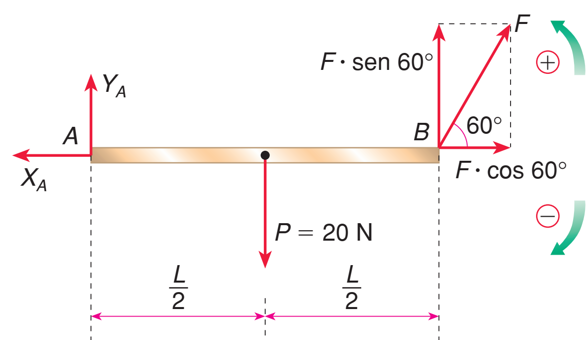
$-Y_A \cdot 4 + 100 \cdot 2 = 0$

$\boxed{Y_A = 50\text{ N}\uparrow}$ (componente vertical da reação da articulação *A*)

De ②: $\boxed{T = \frac{1.250}{3}\text{ N}}$

De ①: $\boxed{X_A = \frac{1.000}{3}\text{ N}\rightarrow}$ (componente horizontal da reação da articulação *A*)

P.476 a) e b) Isolando a barra *AB* e impondo as condições de equilíbrio, temos:



1ª) Resultante nula

Projeções em *x*:

$F \cdot \cos 60° - X_A = 0$

$F\frac{1}{2} = X_A$ ①

Projeções em *y*:

$Y_A + F \cdot \text{sen}\,60° - P = 0$

$Y_A + F\frac{\sqrt{3}}{2} = 20$ ②

2ª) Soma algébrica dos momentos nula em relação a *B*

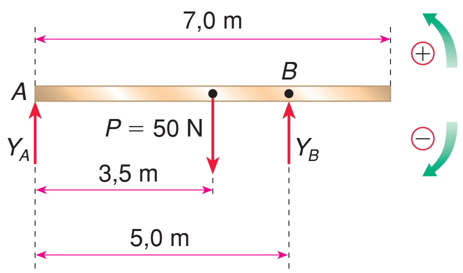
$M_{Y_A} + M_p = 0$

$-Y_A L + 20\dfrac{L}{2} = 0$

$\boxed{Y_A = 10 \text{ N} \uparrow}$

De ①: $\boxed{F = \dfrac{20\sqrt{3}}{3} \text{ N}}$ e de ②: $\boxed{X_A = \dfrac{10\sqrt{3}}{3} \text{ N} \leftarrow}$

P.477 Isolando a barra *AB* e impondo as condições de equilíbrio:



1ª) Resultante nula

Projeções em *y*:

$Y_A + Y_B - P = 0$

$Y_A + Y_B = 50$ ①

2ª) Soma algébrica dos momentos nula em relação a *A*

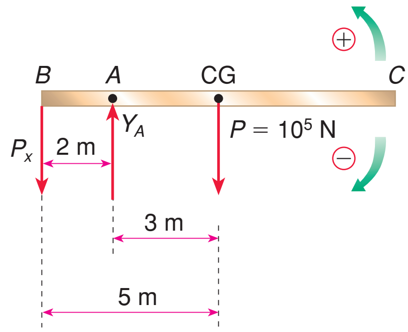
$M_{Y_B} + M_P = 0$

$Y_B \cdot 5{,}0 - 50 \cdot 3{,}5 = 0$

$\boxed{Y_B = 35 \text{ N}}$

De ①: $\boxed{Y_A = 15 \text{ N}}$

P.478



Soma algébrica dos momentos nula em relação a *A*

$M_{P_x} + M_P = 0$

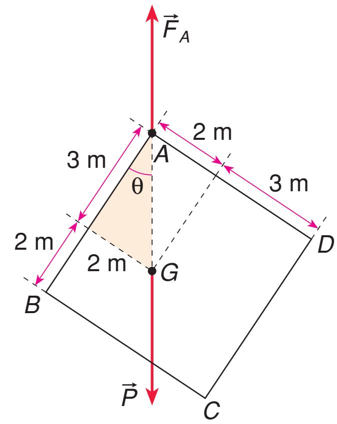
$P_x \cdot 2 - 10^5 \cdot 3 = 0$

$\boxed{P_x = 1{,}5 \cdot 10^5 \text{ N}}$

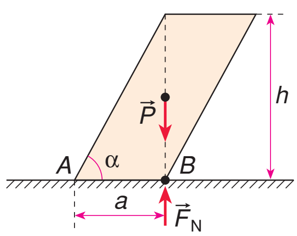
P.479 Na posição de equilíbrio, o ponto de suspensão A e o centro de gravidade G devem pertencer à mesma reta vertical.

Da figura:

$$\boxed{\text{tg } \theta = \frac{2}{3}}$$



P.480 a) O menor valor de α corresponde ao prisma na iminência de tombar em torno de B. Nessas condições, o peso $\vec{P}$ e a reação $\vec{F}_N$ estão na mesma vertical, conforme a figura.

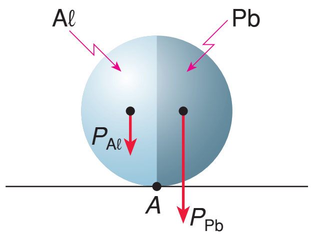


Portanto, $\text{tg } \alpha = \frac{h}{a}$, ou seja:

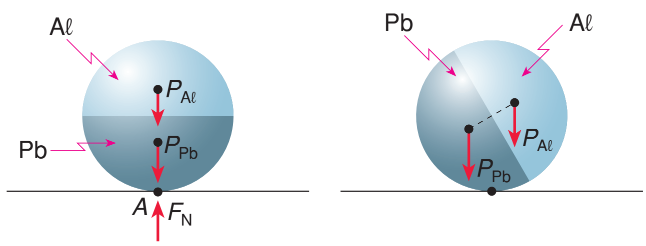
$$\boxed{\alpha \text{ é o ângulo cuja tangente é } \frac{h}{a}.}$$

b) $P = mg \Rightarrow P = dVg \Rightarrow \boxed{P = da^2hg}$

P.481 a) A esfera **não** permanece em equilíbrio na posição em que foi abandonada. Sendo $P_{Pb} > P_{A\ell}$, concluímos que os momentos de P_{Pb} e $P_{A\ell}$, em relação ao ponto de apoio A, não se anulam. A tendência da esfera é girar no sentido horário, de modo que a semiesfera de chumbo ocupe a parte inferior.

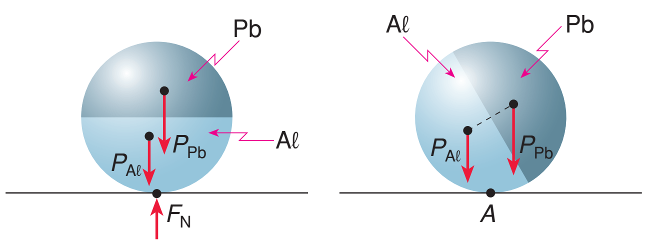


Posição de equilíbrio estável



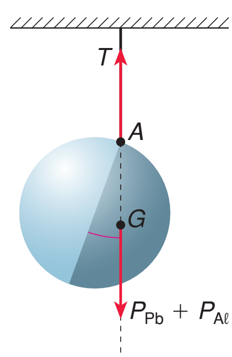
Deslocando-se ligeiramente a esfera da posição de equilíbrio, sua tendência é voltar.

Posição de equilíbrio instável



Deslocando-se ligeiramente a esfera da posição de equilíbrio, a esfera se afasta mais dessa posição.

b) O centro de gravidade (G) do sistema está localizado do lado do chumbo. Assim, na posição de equilíbrio os pontos A e G estão na mesma vertical.

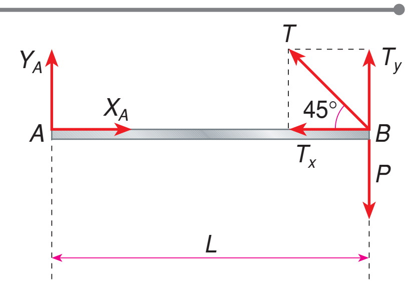


P.482 Vamos calcular os momentos dos pesos em relação ao centro do parafuso.

- Jovem: $M_J = Fd \Rightarrow M_J = 750\ \text{N} \cdot 20\ \text{cm} \Rightarrow M_J = 15.000\ \text{N} \cdot \text{cm}$
- Namorada: $M_N = Fd \Rightarrow M_N = 510\ \text{N} \cdot 30\ \text{cm} \Rightarrow M_N = 15.300\ \text{N} \cdot \text{cm}$

Sendo $M_N > M_J$, concluímos que a moça consegue soltar o segundo parafuso.

P.483 Condições de equilíbrio



1º) **Resultante nula**

Projeções em x:

$X_A - T_x = 0 \Rightarrow X_A = T_x$ ①

Projeções em y:

$Y_A + T_y - P = 0 \Rightarrow Y_A + T_y = P$ ②

2º) **Soma algébrica dos momentos nula em relação ao ponto A (polo)**

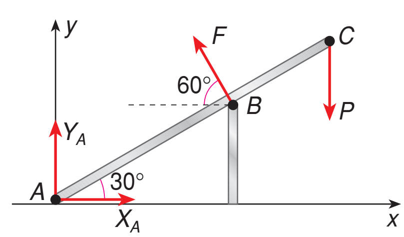
$M_A = M_{T_y} + M_P = 0 \Rightarrow T_y \cdot L - P \cdot L = 0 \Rightarrow T_y = P = 55\ \text{N}$

Mas: $T_x = T_y$ (o ângulo é de 45°)

Logo, de ①, vem: $\boxed{X_A = 55\ \text{N}}$

De ②: $Y_A = 0$

P.484 Condições de equilíbrio:



1º) **Resultante nula**

Projeções em x:

$$X_A - F \cdot \cos 60° = 0 \Rightarrow X_A = \frac{F}{2} \quad ①$$

Projeções em y:

$$Y_A + F \cdot \text{sen}\ 60° - P = 0 \Rightarrow Y_A = P - F \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad ②$$

2º) **Soma algébrica dos momentos nula em relação ao ponto A (polo)**

a) $M_A = M_F + M_P = 0 \Rightarrow F \cdot AB - P \cdot AC \cdot \cos 30° = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow F \cdot (AC - BC) = P \cdot AC \cdot \cos 30° \Rightarrow$

$$\Rightarrow F \cdot (80 - 30) = 80\sqrt{3} \cdot 80 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{F = 192\ \text{N}}$$

b) De ①: $X_A = \dfrac{192}{2} \Rightarrow \boxed{X_A = 96\ \text{N}}$

De ②: $Y_A = 80\sqrt{3} - 192 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow Y_A = -16\sqrt{3}\ \text{N} \Rightarrow \boxed{|Y_A| = 16\sqrt{3}\ \text{N}}$

Observação:

O sinal negativo indica que $\vec{Y}_A$ tem sentido oposto ao adotado na figura.

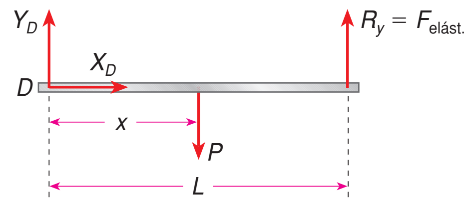
P.485 $F_{\text{elást.}} = R_y = 600 \cdot 0{,}3 \Rightarrow F_{\text{elást.}} = 180\ \text{N}$

Soma algébrica dos momentos nula em relação ao ponto D

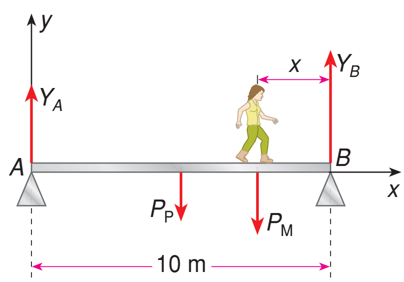
$F_{\text{elást.}} \cdot L - Px = 0$

$180 \cdot 3{,}0 = 300 \cdot x$

$\boxed{x = 1{,}8\ \text{m}}$



P.486



$y_B = 2y_A$

$P_P = M_P \cdot g = 100\ \text{N}$

$P_M = M_M \cdot g = 500\ \text{N}$

Condições de equilíbrio:

1º) **Resultante nula**

Projeções em y:

$y_A + y_B - P_P - P_M = 0 \Rightarrow y_A + 2y_A = P_P + P_M \Rightarrow 3y_A = 100 + 500 \Rightarrow y_A = 200\ \text{N}$

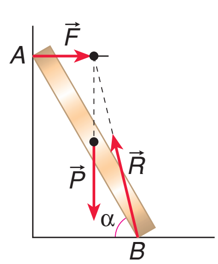
2º) **Soma algébrica dos momentos nula em relação ao ponto B (polo)**

$M_B = M_{P_P} + M_{P_M} + M_{Y_A} = 0 \Rightarrow P_P \cdot 5 + P_M \cdot x - y_A \cdot 10 = 0 \Rightarrow$

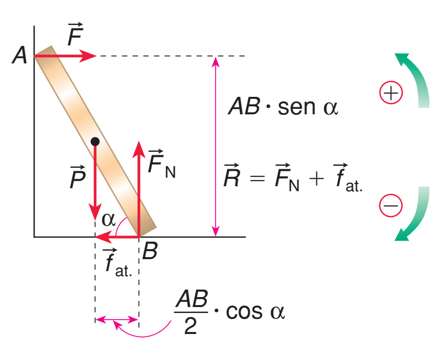
$\Rightarrow 100 \cdot 5 + 500 \cdot x - 200 \cdot 10 = 0 \Rightarrow \boxed{x = 3\ \text{m}}$

P.487 a) As forças que agem na barra são três: o peso $\vec{P}$, a reação $\vec{F}$ da parede e a reação $\vec{R}$ do chão.

Observe que essas três forças são concorrentes. A reação $\vec{R}$ tem componentes $\vec{f}_{\text{at.}}$ e $\vec{F}_{\text{N}}$.



ou



b) Resultante nula: $\begin{cases} F = f_{at.} & ① \\ F_N = P & ② \end{cases}$

Soma algébrica dos momentos é nula em relação a B:

$$P \cdot \frac{AB}{2} \cdot \cos\alpha - F \cdot AB \cdot \text{sen}\,\alpha = 0 \Rightarrow \text{tg}\,\alpha = \frac{P}{2F} \quad ③$$

Substituindo ① em ②, temos: $\text{tg}\,\alpha = \dfrac{P}{2f_{at.}}$

A tangente do menor ângulo corresponde à barra na iminência de escorregar, isto é, a força de atrito estática deve ser máxima e igual a μF_N. Portanto:

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{P}{2\mu F_N} \overset{②}{\Rightarrow} \text{tg}\,\alpha = \frac{P}{2\mu P} \Rightarrow \text{tg}\,\alpha = \frac{1}{2\mu} \Rightarrow \text{tg}\,\alpha = \frac{1}{2 \cdot 0,25} \Rightarrow \boxed{\text{tg}\,\alpha = 2}$$

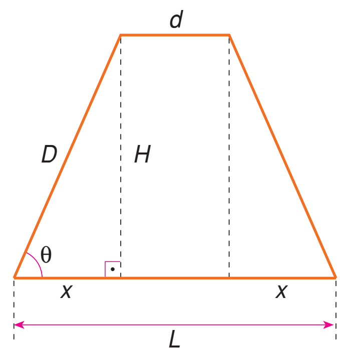
P.488 a) Com o atleta com os braços na vertical, temos:

$2T = P$

$$T = \frac{P}{2} = \frac{mg}{2} = \frac{600}{2}$$

$\boxed{T = 300\ \text{N}}$

b) Da figura ao lado:



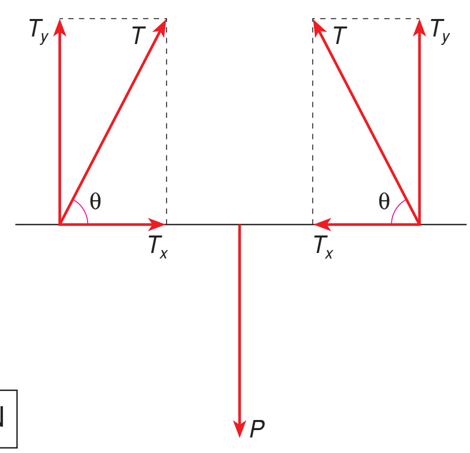
$L = d + 2x$

$1,5 = 0,5 + 2x$

$\boxed{x = 0,5\ \text{m}}$

Portanto:

$$\text{tg}\,\theta = \frac{H}{x} = \frac{3,0}{0,5} = 6,0$$



Para o equilíbrio do atleta, devemos ter:

$2T_y = P \Rightarrow 2T \cdot \text{sen}\,\theta = P \quad ①$

A componente horizontal de T é dada por:

$T_x = T \cdot \cos\theta \quad ②$

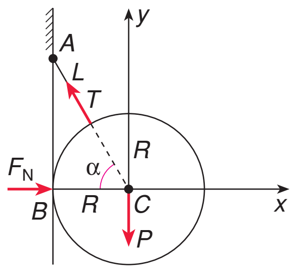
De ①: $T = \dfrac{P}{2 \cdot \text{sen}\,\theta}$

Em ②:

$$T_x = \frac{P}{2 \cdot \text{sen}\,\theta} \cdot \cos\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_x = \frac{P}{2 \cdot tg\,\theta} = \frac{600}{2 \cdot 6,0} \Rightarrow \boxed{T_x = 50\ \text{N}}$$

P.489



Como $L = R$, concluímos que o ângulo α é igual a 60°:

$$\cos\alpha = \frac{R}{L+R} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{L}{2L} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60°$$

Projeções em y:

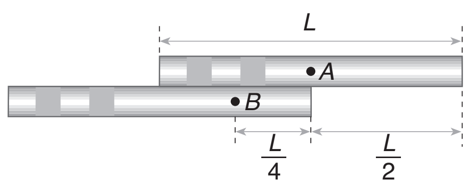
$$T \cdot \text{sen } 60° = P \Rightarrow T\frac{\sqrt{3}}{2} = 10 \cdot \sqrt{3} \Rightarrow \boxed{T = 20 \text{ N}}$$

Projeções em x:

$$T \cdot \cos 60° = F_N \Rightarrow 20\frac{1}{2} = F_N \Rightarrow \boxed{F_N = 10 \text{ N}}$$

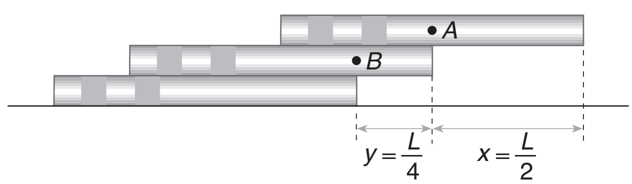
P.490 Comece analisando os dois livros superiores. O máximo valor de x corresponde ao primeiro livro na iminência de tombar. Nesse caso: $x = \frac{L}{2} \Rightarrow \boxed{x = 10 \text{ cm}}$

O centro de gravidade do conjunto dos dois livros superiores pertence à vertical pelo ponto B:



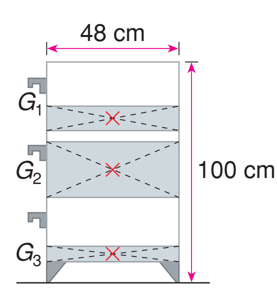
A é o centro de gravidade do livro superior.

Na iminência de tombamento temos:



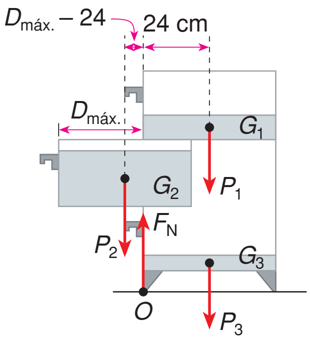
Portanto: $y = \frac{L}{4} \Rightarrow \boxed{y = 5 \text{ cm}}$

P.491 a) Como as distribuições de massa são uniformes e as massas das gavetas e do gaveteiro são desprezíveis, o centro de massa de cada gaveta coincide com o centro de massa das massas colocadas nas gavetas, que é o centro geométrico (encontro das diagonais).



(Corte transversal pelo centro do gaveteiro fechado)

b) Na situação em que a distância D for máxima, a força normal entre o chão e o gaveteiro estará aplicada apenas no apoio esquerdo do gaveteiro. A figura ao lado indica as forças que agem no gaveteiro nessa situação.



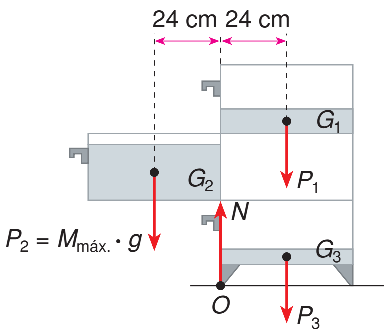
Adotando o ponto O como polo, isto é, considerando a soma algébrica dos momentos nula, em relação ao ponto O, resulta:

$P_1 \cdot 24 + P_3 \cdot 24 = P_2 \cdot (D_{máx.} - 24)$

$10 \cdot 24 + 30 \cdot 24 = 80 \cdot (D_{máx.} - 24)$

$\boxed{D_{máx.} = 36 \text{ cm}}$

c) O diagrama das forças atuantes no gaveteiro, para essa situação, está representado ao lado.



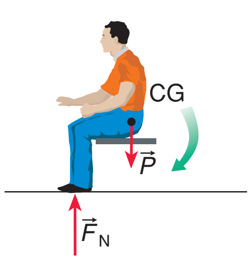
Ainda adotando o ponto O como polo, resulta:

$P_1 \cdot 24 + P_3 \cdot 24 = P_2 \cdot 24$

$10 \cdot 24 + 30 \cdot 24 = M_{máx.} \cdot 10 \cdot 24$

$\boxed{M_{máx.} = 4 \text{ kg}}$

P.492

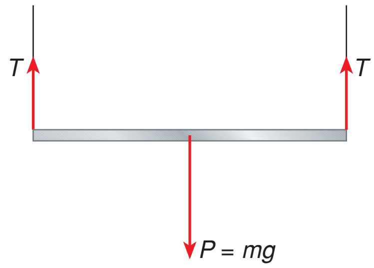


Quando a pessoa tende a se levantar, ela perde contato com a cadeira, e a reta vertical em seu centro de gravidade não passa pela base de apoio, que são seus pés. Nessas condições, o momento do peso $\vec{P}$ em relação ao ponto de apoio (pés da pessoa) faz com que ela volte à posição original, sem conseguir levantar-se.

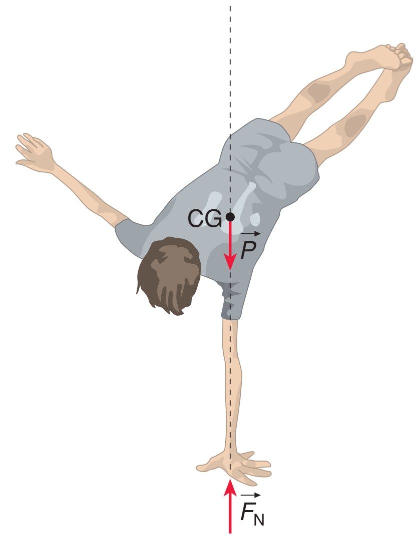
P.493 No equilíbrio do sistema:

$2T = P \Rightarrow T = \dfrac{P}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \dfrac{m \cdot g}{2} = \dfrac{45 \cdot 10}{2} \Rightarrow \boxed{T = 225 \text{ N}}$



P.494 Para haver equilíbrio, a vertical traçada pelo centro de gravidade do menino deve passar por sua mão (base de apoio entre o menino e o chão). Assim, a soma dos momentos das forças externas atuantes é nula em relação ao centro de gravidade.



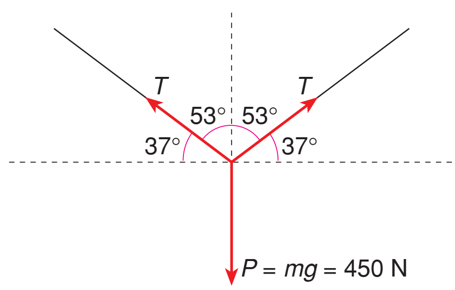
P.495 Para o equilíbrio do acrobata devemos ter:

$2T \cdot \cos 53° = P$

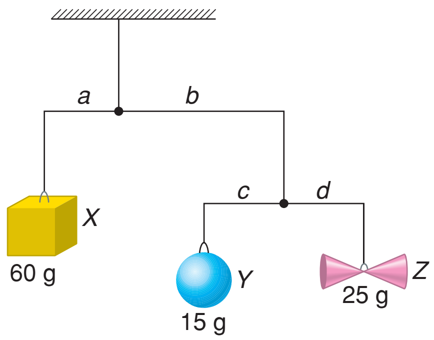
Sendo $\cos 53° = \text{sen } 37° = 0{,}6$, vem:

$2T \cdot 0{,}6 = 450$

$\boxed{T = 375 \text{ N}}$



P.496 Um dos móbiles possíveis é o seguinte:



É dado que:

$a + b = 30$ cm

$c + d = 20$ cm

No equilíbrio do sistema YZ, temos:

$P_y \cdot c = P_z \cdot d$

$m_y \cdot g \cdot c = m_z \cdot g \cdot d$

$15c = 25d$

$d = 0{,}6c$

Em $c + d = 20$ cm, vem:

$c + 0{,}6c = 20$ cm

$1{,}6c = 20$ cm

$\boxed{c = 12{,}5 \text{ cm}}$

$d = 0{,}6c = 0{,}6 \cdot 12{,}5$

$\boxed{d = 7{,}5 \text{ cm}}$

No equilíbrio do sistema $X + (YZ)$, temos:

$P_x \cdot a = (P_y + P_z) \cdot b$

$m_x \cdot g \cdot a = (m_y + m_z) \cdot g \cdot b$

$60 \cdot a = (15 + 25) \cdot b$

$60a = 40b$

$b = 1{,}5a$

Como $a + b = 30$ cm, vem:

$a + 1{,}5a = 30$ cm

$2{,}5a = 30$ cm

$\boxed{a = 12 \text{ cm}}$

$b = 1{,}5 \cdot a = 1{,}5 \cdot 12$

$\boxed{b = 18 \text{ cm}}$

P.497 Dados: $m = 2\ \text{g} = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{kg}$; $g = 10\ \text{m/s}^2$;

$A = 10^{-6}\ \text{cm}^2 = 10^{-6} \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2 = 10^{-10}\ \text{m}^2$

$P = mg = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow P = 2 \cdot 10^{-2}\ \text{N}$

$$p = \frac{P}{A} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^{-10}} \Rightarrow \boxed{p = 2 \cdot 10^{8}\ \text{N/m}^2}$$

P.498 Dados: $P_1 = 50\ \text{N}$; $P_2 = 700\ \text{N}$; $A_T = 3 \cdot 5\ \text{cm}^2 = 15 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2$

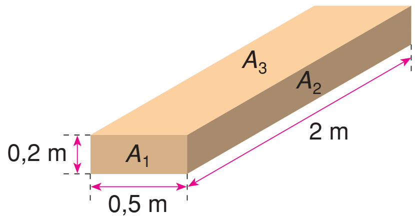
$$p = \frac{P_1 + P_2}{A_T} = \frac{50 + 700}{15 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{p = 5 \cdot 10^{5}\ \text{N/m}^2}$$

Poderíamos chegar ao mesmo resultado considerando que em cada perna atua $\frac{1}{3}$ do peso total. Nesse caso:

$$p = \frac{\frac{P_1 + P_2}{3}}{A} = \frac{\frac{750}{3}}{5 \cdot 10^{-4}} = \frac{250}{5 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{p = 5 \cdot 10^{5}\ \text{N/m}^2}$$

P.499 Dados: $m = 5\ \text{kg}$; $g = 10\ \text{m/s}^2$;

$P = mg = 5 \cdot 10 \Rightarrow P = 50\ \text{N}$



Apoio sobre a face de área A_1:

$A_1 = 0{,}2 \cdot 0{,}5 \Rightarrow A_1 = 0{,}1\ \text{m}^2$

$$p_1 = \frac{P}{A_1} = \frac{50}{0{,}1} \Rightarrow \boxed{p_1 = 500\ \text{N/m}^2}$$

Apoio sobre a face de área A_3:

$A_3 = 0{,}5 \cdot 2 \Rightarrow A_3 = 1\ \text{m}^2$

$$p_3 = \frac{P}{A_3} = \frac{50}{1} \Rightarrow \boxed{p_3 = 50\ \text{N/m}^2}$$

Apoio sobre a face de área A_2:

$A_2 = 0{,}2 \cdot 2 \Rightarrow A_2 = 0{,}4\ \text{m}^2$

$$p_2 = \frac{P}{A_2} = \frac{50}{0{,}4} \Rightarrow \boxed{p_2 = 125\ \text{N/m}^2}$$

P.500 Como a joia é maciça e de prata pura, sua densidade coincide com a massa específica da prata.

$m = 200$ g; $V = 20$ cm^3

$$d = \mu = \frac{m}{V} = \frac{200}{20} \Rightarrow \boxed{d = \mu = 10 \text{ g/cm}^3}$$

P.501 Dados: $m = 1.280$ g;

$V = a^3 = (8)^3 \Rightarrow V = 512$ cm^3

a) $d = \dfrac{m}{V} = \dfrac{1.280}{512} \Rightarrow \boxed{d = 2{,}5 \text{ g/cm}^3}$

b) Volume da parte oca: $V' = Ah$

Sendo $A = 5$ cm^2 e $h = 4$ cm, vem:

$V' = 5 \cdot 4 \Rightarrow V' = 20$ cm^3

Volume de substância: $V_s = V - V' = 512 - 20 \Rightarrow V_s = 492$ cm^3

$$\mu = \frac{m}{V_s} = \frac{1.280}{492} \Rightarrow \boxed{\mu \simeq 2{,}6 \text{ g/cm}^3}$$

P.502 Conforme demonstrado no exercício **R.195**, quando se misturam **volumes iguais** de líquidos diferentes, a densidade da mistura é dada pela **média aritmética** das densidades dos líquidos: $d = \dfrac{d_1 + d_2}{2}$

Sendo $d_1 = 0{,}8$ g/cm^3 e $d_2 = 1$ g/cm^3, tem-se:

$$d = \frac{0{,}8 + 1}{2} = \frac{1{,}8}{2} \Rightarrow \boxed{d = 0{,}9 \text{ g/cm}^3}$$

P.503 Conforme demonstrado no exercício **R.194**, quando se misturam **massas iguais** de líquidos diferentes, a densidade da mistura é dada por: $d = \dfrac{2d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$

Como $d_1 = 0{,}3$ g/cm^3 e $d_2 = 0{,}7$ g/cm^3, vem:

$$d = \frac{2 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}7}{0{,}3 + 0{,}7} = \frac{0{,}42}{1} \Rightarrow \boxed{d = 0{,}42 \text{ g/cm}^3}$$

P.504 Dados: $R = 5$ cm $= 5 \cdot 10^{-2}$ m; $h = 50$ cm $= 5 \cdot 10^{-1}$ m; $d = 13{,}6 \cdot 10^3$ kg/m^3; $g = 10$ m/s^2; $p_{atm} = 10^5$ Pa

a) $p_H = dgh = 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-1} \Rightarrow \boxed{p_H = 6{,}8 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$

b) $p = p_H + p_{atm} = 0{,}68 \cdot 10^5 + 10^5 \Rightarrow \boxed{p = 1{,}68 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

c) $p = \dfrac{F}{A} \Rightarrow F = pA$

A área do fundo vale: $A = \pi R^2 \simeq 3{,}14 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \Rightarrow A \simeq 78{,}5 \cdot 10^{-4}$ m^2

Portanto: $F = 1{,}68 \cdot 10^5 \cdot 78{,}5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \boxed{F = 1{,}32 \cdot 10^3 \text{ N}}$

P.505 a) Do gráfico: $\boxed{p_{atm} = 1{,}0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$ (valor de p para $h = 0$)

b) $p = p_{atm} + dgh$

Para $p = 1{,}6 \cdot 10^5$ N/m^2, $h = 3$ m e $g = 10$ m/s^2, vem:

$1{,}6 \cdot 10^5 = 1{,}0 \cdot 10^5 + d \cdot 10 \cdot 3 \Rightarrow 30 \cdot d = 0{,}6 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{d = 2{,}0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$

c) $h = 5$ m

$p_H = dgh = 2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{p_H = 1{,}0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

$p_{total} = p_{atm} + p_H = 1{,}0 \cdot 10^5 + 1{,}0 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{p_{total} = 2{,}0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

P.506 Dados: $h = 0{,}5$ m; $m_A = 20$ kg; $p_{atm} = 10^5$ N/m^2; $g = 10$ m/s^2

a) A pressão hidrostática no fundo do recipiente da esquerda é dada por: $p_A = \dfrac{P_A}{A}$

Temos: $P_A = m_A \cdot g = 20 \cdot 10 \Rightarrow P_A = 200$ N

Como $A = 0{,}02$ m^2, vem:

$$p_A = \frac{200}{0{,}02} = 10^4 \Rightarrow p_A = 0{,}1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

A pressão total é:

$p_{total} = p_{atm} + p_A = 10^5 + 0{,}1 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{p_{total} = 1{,}1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

A pressão total no fundo do segundo recipiente é a mesma, pois a coluna líquida tem a mesma altura. O "excesso" de peso é equilibrado pela reação das paredes laterais do recipiente.

b) $p_{total} = \dfrac{F}{A} \Rightarrow F = p_{total} \cdot A = 1{,}1 \cdot 10^5 \cdot 0{,}02 \Rightarrow \boxed{F = 2{,}2 \cdot 10^3 \text{ N}}$

c) $p_A = dgh \Rightarrow 10^4 = d \cdot 10 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{d = 2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$

Outro modo:

$V_A = Ah = 0{,}02 \cdot 0{,}5 \Rightarrow V_A = 0{,}01 \text{ m}^3$

$$d = \frac{m_A}{V_A} = \frac{20}{0{,}01} \Rightarrow d = 2.000 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \boxed{d = 2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$$

P.507 Dados: $p_{atm} = 76$ cmHg; $h_1 = 20$ cm

a) $p_{gás} = p_{atm} + p_{coluna}$

A pressão da coluna, em vista de o líquido ser mercúrio, vale $p_{coluna} = 20$ cmHg. Portanto:

$p_{gás} = 76 + 20 \Rightarrow \boxed{p_{gás} = 96 \text{ cmHg}}$

Em mmHg: $\boxed{p_{gás} = 960 \text{ mmHg}}$

Sendo 1 atm = 76 cmHg, vem:

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ atm} \text{ —— } 76 \text{ cmHg} \\ p_{gás} \text{ —— } 96 \text{ cmHg} \end{array}\right\} \Rightarrow p_{gás} = \frac{96}{76} \Rightarrow \boxed{p_{gás} \simeq 1{,}26 \text{ atm}}$$

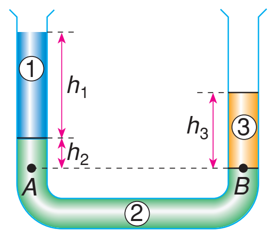
b) Na figura b: $p_{gás} = p_{coluna}$

Portanto: $p_{coluna} = 96 \text{ cmHg} \Rightarrow \boxed{h = 96 \text{ cm}}$

P.508 Dados: $d_1 = 1$ g/cm^3; $d_2 = 13{,}6$ g/cm^3; $h_2 = 2$ cm

$d_1h_1 = d_2h_2 \Rightarrow 1 \cdot h_1 = 13{,}6 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{h_1 = 27{,}2 \text{ cm}}$

P.509 Igualando as pressões nos pontos A e B, obtemos:



$d_1h_1 + d_2h_2 = d_3h_3$

Como $d_1 = 0{,}4$ g/cm^3, $d_3 = 2{,}5$ g/cm^3, $h_1 = 7$ cm, $h_2 = 2$ cm e $h_3 = 5$ cm, vem:

$0{,}4 \cdot 7 + d_2 \cdot 2 = 2{,}5 \cdot 5$

$\boxed{d_2 = 4{,}85 \text{ g/cm}^3}$

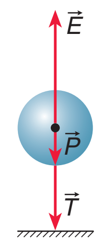
P.510 Dados: $R_1 = 10$ cm; $R_2 = 50$ cm; $F_1 = 20$ N; $h_1 = 15$ cm

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{F_1}{\pi R_1^2} = \frac{F_2}{\pi R_2^2} \Rightarrow \frac{20}{(10)^2} = \frac{F_2}{(50)^2} \Rightarrow \boxed{F_2 = 500 \text{ N}}$$

Conforme demonstrado na página 434:

$$A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow \pi R_1^2 h_1 = \pi R_2^2 h_2 \Rightarrow (10)^2 \cdot 15 = (50)^2 \cdot h_2 \Rightarrow \boxed{h_2 = 0{,}6 \text{ cm}}$$

P.511 Dados: $P = 600$ N; $V = 80$ m^3; $g = 10$ m/s^2; $d_{ar} = 1{,}25$ kg/m^3



a) $E = d_{ar} \cdot Vg = 1{,}25 \cdot 80 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E = 1.000 \text{ N}}$

b) Como há equilíbrio:

$$P + T = E \Rightarrow T = E - P \Rightarrow T = 1.000 - 600 \Rightarrow \boxed{T = 400 \text{ N}}$$

P.512 a) Para o bloco flutuando, em equilíbrio, temos:

$$E = P_{corpo} \Rightarrow E = mg \Rightarrow E = 0{,}63 \cdot 10{,}0 \text{ (N)} \Rightarrow \boxed{E = 6{,}3 \text{ N}}$$

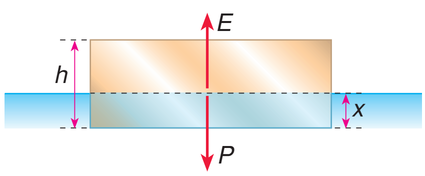
b) De acordo com a lei de Arquimedes:

$$E = d_{líq.} \cdot Vg \Rightarrow 6{,}3 = d_{líq.} \cdot 500 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_{líq.} = 1{,}26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \boxed{d_{líq.} = 1{,}26 \text{ g/cm}^3}$$

De acordo com a tabela, o líquido em estudo é a **glicerina**.

P.513 Dados: $h = 1{,}2$ m; $A = 1$ m^2; $x = 0{,}4$ m



$$P = E \Rightarrow d_p V_p g = d_a V_a g \Rightarrow \frac{d_p}{d_a} = \frac{V_a}{V_p} = \frac{xA}{hA} \Rightarrow \frac{d_p}{d_a} = \frac{0{,}4}{1{,}2} = \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{d_{p,\,a} = \frac{1}{3}}$$

P.514 *Arquimedes*: A dissolução de sal na água aumentou sua densidade e, consequentemente, o empuxo sobre a bola.

Ulisses: Ao ser modelada na forma de barquinho, a massa teve a densidade diminuída, devido às cavidades internas, passando a apresentar menor densidade que a água.

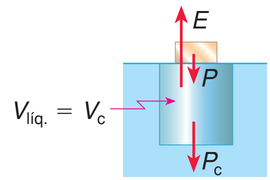
P.515 Dados: $V_{líq.} = 0{,}6V_c$ (60%); $S = 50\ cm^2$; $h = 10\ cm$; $d_{líq.} = 1{,}0\ g/cm^3$

a) $P_c = E \Rightarrow d_cV_cg = d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g \Rightarrow d_cV_c = d_{líq.} \cdot 0{,}6V_c \Rightarrow$

$\Rightarrow d_c = 1{,}0 \cdot 0{,}6 \Rightarrow \boxed{d_c = 0{,}6\ g/cm^3}$

b) $P + P_c = E \Rightarrow mg + d_cV_cg = d_{líq.} \cdot V_cg \Rightarrow$

$\Rightarrow m = (d_{líq.} - d_c) \cdot Sh = (1{,}0 - 0{,}6) \cdot 50 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{m = 200\ g}$



P.516 Dados: $d_{líq.} = 1\ g/cm^3$; $V_{líq.} = V_c$; $m_c = 600\ g$;

$\Delta m = 600 - 400 \Rightarrow \Delta m = 200\ g$

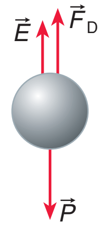
A diferença de massas é devida ao empuxo (peso do líquido deslocado) na segunda situação:

$E = \Delta mg \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g = \Delta mg \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{líq.} = \Delta m \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{líq.} = \dfrac{\Delta m}{d_{líq.}} = \dfrac{200}{1} \Rightarrow V_{líq.} = 200\ cm^3 \Rightarrow V_c = 200\ cm^3$

$d_c = \dfrac{m_c}{V_c} = \dfrac{600}{200} \Rightarrow \boxed{d_c = 3\ g/cm^3}$

P.517 Dados: $V_{líq.} = 0{,}5\ V_c$; $F_D = 4{,}4\ N$; $g = 10\ m/s^2$; $d_c = 2{,}7 \cdot 10^3\ kg/m^3$;
$d_{líq.} = 1{,}0 \cdot 10^3\ kg/m^3$

a) 

$\vec{E}$: empuxo
$\vec{F}_D$: força do dinamômetro
$\vec{P}$: peso da esfera

b) Havendo equilíbrio, temos: $E + F_D = P$

Mas: $E = d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g$ e $P = d_cV_cg = d_c \cdot 2V_{líq.} \cdot g$

Substituindo as expressões de E e P na situação de equilíbrio, vem:

$d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g + F_D = d_c \cdot 2V_{líq.} \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 0{,}5V_c \cdot 10 + 4{,}4 = 2{,}7 \cdot 10^3 \cdot V_c \cdot 10 \Rightarrow$

$\Rightarrow 27 \cdot 10^3 \cdot V_c - 5 \cdot 10^3 \cdot V_c = 4{,}4 \Rightarrow 2{,}2 \cdot 10^4 \cdot V_c = 4{,}4 \Rightarrow \boxed{V_c = 2{,}0 \cdot 10^{-4}\ m^3}$

P.518 $m = 5$ kg; $V = 0{,}02\ m^3$; $h = 5$ m; $d_{líq.} = 500\ kg/m^3$; $g = 10\ m/s^2$

a) $d = \dfrac{m}{V} = \dfrac{5}{0{,}02} \Rightarrow \boxed{d = 250\ kg/m^3}$

b) $P = mg = 5 \cdot 10 \Rightarrow P = 50$ N

$E = d_{líq.} \cdot Vg = 500 \cdot 0{,}02 \cdot 10 \Rightarrow E = 100$ N

$F_R = E - P = 100 - 50 \Rightarrow \boxed{F_R = 50\ N}$

c) $F_R = ma \Rightarrow 50 = 5a \Rightarrow \boxed{a = 10\ m/s^2}$

d) $v^2 = v_0^2 + 2ah = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 5 \Rightarrow v^2 = 100 \Rightarrow \boxed{v = 10\ m/s}$

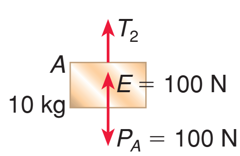
e) No equilíbrio:

$E = P \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g = mg \Rightarrow 500 \cdot V_{líq.} = 5 \Rightarrow \boxed{V_{líq.} = 0{,}01\ m^3}$

P.519 a) Sendo $V = 10.000\ cm^3 = 10^{-2}\ m^3$, o empuxo no corpo A será:

$E = dVg \Rightarrow E = 10^3 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \Rightarrow E = 100$ N

Situação inicial: conjunto em equilíbrio, decorre:

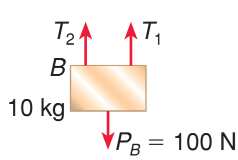


$T_2 + E = P_A$

$T_2 = P_A - E$

$T_2 = 100 - 100$

$\boxed{T_2 = 0}$



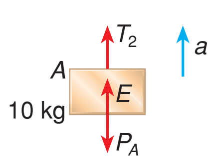
$T_1 + T_2 = P_B$

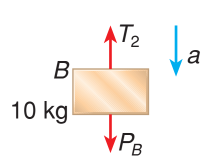
$T_1 = P_B - T_2$

$T_1 = 100 - 0$

$\boxed{T_1 = 100\ N}$

b) Corta-se o fio 1:





$E = 100$ N

$P_A = 100$ N

$P_B = 100$ N

Bloco A: $E - P_A + T_2 = 10 \cdot a \Rightarrow 100 - 100 + T_2 = 10 \cdot a$ ①

Bloco B: $P_B - T_2 = 10 \cdot a \Rightarrow 100 - T_2 = 10 \cdot a$ ②

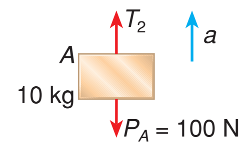
A partir das equações ① e ② temos o seguinte sistema:

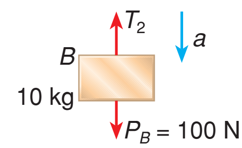
$$\begin{cases} 100 - 100 + T_2 = 10 \cdot a \\ 100 - T_2 = 10 \cdot a \end{cases}$$

Resolvendo esse sistema, vem:

$\boxed{a = 5 \text{ m/s}^2}$ e $\boxed{T_2 = 50 \text{ N}}$

c) Quando o bloco A emerge, não existe mais o empuxo agindo nele:





Bloco B: $100 - T_2 = 10a$

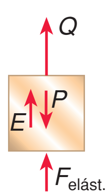
Bloco A: $T_2 - 100 = 10a$

Resolvendo o sistema formado pelas duas equações, temos:

$\boxed{a = 0}$ (equilíbrio dinâmico, v = constante)

$\boxed{T_2 = 100 \text{ N}}$

P.520 a)



As forças que agem sobre o cilindro estão indicadas na figura.

$P = mg \Rightarrow P = dVg \Rightarrow P = d\pi r^2 hg \Rightarrow$

$\Rightarrow P = 11{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}14 \cdot 2^2 \cdot 10 \cdot 9{,}8 \Rightarrow P = 14 \text{ N}$

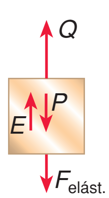
$F_{\text{elást.}} = kx \Rightarrow F_{\text{elást.}} = 1{,}5 \cdot 4{,}0 \Rightarrow F_{\text{elást.}} = 6{,}0 \text{ N}$

$E = d_0 Vg \Rightarrow E = 0{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}14 \cdot 2^2 \cdot 10 \cdot 9{,}8 \Rightarrow E \simeq 1{,}0 \text{ N}$

No equilíbrio, temos:

$Q + E + F_{\text{elást.}} = P \Rightarrow Q + 1{,}0 + 6{,}0 = 14 \Rightarrow \boxed{Q = 7{,}0 \text{ N}}$

b)



No equilíbrio, temos:

$Q + E = P + F_{\text{elást.}}$

$Q + 1{,}0 = 14 + 6{,}0$

$\boxed{Q = 19 \text{ N}}$

P.521 a) $m = dV \Rightarrow m = 2{,}5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}20 \cdot 0{,}50 \cdot 0{,}30 \Rightarrow \boxed{m = 75 \text{ kg}}$

b) $p = \dfrac{F}{A} \Rightarrow p = \dfrac{75 \cdot 10}{0{,}20 \cdot 0{,}50} \Rightarrow \boxed{p = 7{,}5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}$

P.522 Dados: $d_A = 0{,}60\ \text{g/cm}^3$; $V_A = V$; $d_B = 0{,}70\ \text{g/cm}^3$; $V_B = 4V$

$$d_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{m_A}{V} \Rightarrow m_A = d_A \cdot V$$

$$d_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{m_B}{4V} \Rightarrow m_B = d_B \cdot 4V$$

Para a mistura:

$$d = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{d_A V + d_B \cdot 4V}{V + 4V} \Rightarrow d = \frac{V \cdot (d_A + 4d_B)}{5V} = \frac{0{,}60 + 4 \cdot 0{,}70}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{d = 0{,}68\ \text{g/cm}^3}$$

P.523 Sendo V o volume da mistura, temos:

$$D = \frac{m_1}{0{,}4V} \Rightarrow m_1 = 0{,}4VD$$

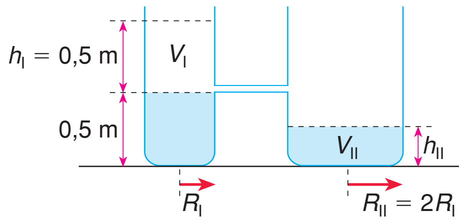
$$d = \frac{m_2}{0{,}6V} \Rightarrow m_2 = 0{,}6Vd$$

A densidade da mistura será:

$$d_{\text{mistura}} = \frac{m_1 + m_2}{V} \Rightarrow d_{\text{mistura}} = \frac{0{,}4VD + 0{,}6Vd}{V} \Rightarrow d_{\text{mistura}} = 0{,}4D + 0{,}6d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_{\text{mistura}} = 0{,}4 \cdot 3 + 0{,}6 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{d_{\text{mistura}} = 2{,}4\ \text{g/cm}^3}$$

P.524 a) O volume de água que escoou para o vaso II é igual ao volume de água que ocupava a altura de 0,5 m, no vaso I, acima do tubo de comunicação.



$$V_I = V_{II} \Rightarrow \pi\, R_I^2 h_I = \pi\, R_{II}^2 h_{II} \Rightarrow R_I^2 \cdot 0{,}5 = (2R_I)^2 \cdot h_{II} \Rightarrow \boxed{h_{II} = 0{,}125\ \text{m}}$$

b) $p = p_{atm} + dgh \Rightarrow p = 1{,}0 \cdot 10^5 + 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}0 \Rightarrow \boxed{p = 1{,}1 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2}$

P.525 a) $\begin{cases} p = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ e } g = 10 \text{ m/s}^2 \\ d = 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ e } p_{atm} = 10^5 \text{ N/m}^2 \end{cases}$

$$p = p_{atm} + dgH \Rightarrow 4 \cdot 10^5 = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10^4 \cdot H = 4 \cdot 10^5 - 10^5 \Rightarrow 10^4 \cdot H = 3 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{H = 30 \text{ m}}$$

b) Em 1 s, para sofrer a variação de pressão $\Delta p = 10^4$ N/m^2, o deslocamento Δh do mergulhador deve ser:

$\Delta p = dg \cdot \Delta h \Rightarrow 10^4 = 10^3 \cdot 10 \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta h = 1$ m

A velocidade, portanto, será: $v = \dfrac{\Delta h}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v = 1 \text{ m/s}}$

P.526 $\Delta p = d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = d_s \cdot g \cdot h_s \Rightarrow d_{Hg} \cdot h_{Hg} = d_s \cdot h_s \Rightarrow 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot h_{Hg} = 10^3 \cdot 500 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{h_{Hg} \simeq 36{,}7 \text{ mmHg}}$

P.527 a) Como o manômetro é aberto, a pressão do gás é dada por:

$p = p_{atm} + p_{coluna} \Rightarrow p = p_{atm} + dgh \Rightarrow$

$\Rightarrow p = 10^5 + 13{,}6 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}04 \simeq 10^5 + 1{,}4 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{p \simeq 2{,}4 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

b) Do conceito de pressão:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A = 2{,}4 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \boxed{F = 48 \text{ N}}$$

P.528 No equilíbrio da prensa hidráulica:

$$\frac{F}{A_1} = \frac{P}{A_2} \Rightarrow \frac{200}{25} = \frac{P}{2.000} \Rightarrow \boxed{P = 1{,}6 \cdot 10^4 \text{ N}}$$

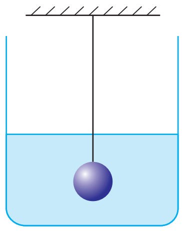
P.529 a) O peso da massa de areia retirada corresponde ao empuxo que o líquido exerce no sólido:

$$E = P \Rightarrow E = mg \Rightarrow E = 36 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E = 0{,}36 \text{ N}}$$

b) $E = dVg \Rightarrow 0{,}36 = d \cdot 30 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{d = 1{,}2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}$

P.530 $F_{el.} = E \Rightarrow kx = dVg \Rightarrow k \cdot 0{,}25 = 10^3 \cdot (10^{-1})^3 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{k = 40 \text{ N/m}}$

P.531



O líquido exerce na esfera uma força $\vec{E}$ (vertical e para cima). Pelo princípio da ação e reação, a esfera exerce no líquido uma força $-\vec{E}$ (vertical e para baixo). É essa força que provoca o acréscimo de pressão Δp no fundo do recipiente:

$E = dVg \Rightarrow E = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-5} \cdot 10 \Rightarrow E = 0{,}50\ \text{N}$

$$\Delta p = \frac{E}{A} \Rightarrow \Delta p = \frac{0{,}50}{2{,}0 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{\Delta p = 2{,}5 \cdot 10^2\ \text{N/m}^2}$$

P.532 a) Como a velocidade é constante (MRU), a força resultante é nula:

$F = P_c = \text{constante} \Rightarrow \boxed{\Delta F = 0}$

b) No instante $t = 6$ min, o nível de água no balde e no tanque é o mesmo, pois o empuxo (peso do líquido deslocado) é igual ao peso da água, colocada no balde. O volume V_B de água no balde é dado por:

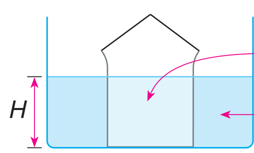
$$\left.\begin{array}{lcl} 20\ \ell & \text{———} & 1\ \text{min} \\ V_B & \text{———} & 6\ \text{min} \end{array}\right\} \Rightarrow V_B = 120\ \ell$$

Assim, o volume total de água no tanque será:

$V = 600 + 120 \Rightarrow V = 720\ \ell = 720 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$

$$\text{Mas: } V = S_1 \cdot H_6 \Rightarrow H_6 = \frac{V}{S_1} = \frac{720 \cdot 10^{-3}}{0{,}6} \Rightarrow \boxed{H_6 = 1{,}2\ \text{m}}$$

c) Quando o balde encosta no fundo do tanque, os níveis das superfícies livres coincidem, como vimos no item anterior.



O volume de água no tanque é $600\ \ell$ ou $600 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$. Então:

$$(600 - 200) \cdot 10^{-3} \cdot H = 600 \cdot 10^{-3} \Rightarrow H = \frac{600}{400} \Rightarrow H = 1{,}5\ \text{m}$$

Mas: $V_B = 200 \cdot 10^{-3} \cdot H \Rightarrow V_B = 0{,}2 \cdot 1{,}5 \Rightarrow V_B = 0{,}3\ \text{m}^3 \Rightarrow V_B = 300\ \ell$

Considerando que a vazão é de $20\ \ell/\text{min}$, vem:

$$\left.\begin{array}{lcl} 20\ \ell & \text{———} & 1\ \text{min} \\ 300\ \ell & \text{———} & \Delta t \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 15\ \text{min}}$$

P.533 a) Para o equilíbrio:

$$E = P \Rightarrow P = d_a V_i g \Rightarrow P = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{P = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

b) Desprezando a massa inicial dos mariscos, a massa final M é dada por:

$P_{\text{mariscos}} + P = E'$

$P_{\text{mariscos}} + 2,5 \cdot 10^3 = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,50 \cdot 1 \cdot 10$

$P_{\text{mariscos}} + 2,5 \cdot 10^3 = 5,0 \cdot 10^3$

$P_{\text{mariscos}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N}$

$$M = \frac{P_{\text{mariscos}}}{g}$$

$$\boxed{M = 2,5 \cdot 10^2 \text{ kg}}$$

P.534 Volume total das toras: $V_t = n \cdot 100 \ \ell$

Volume imerso:

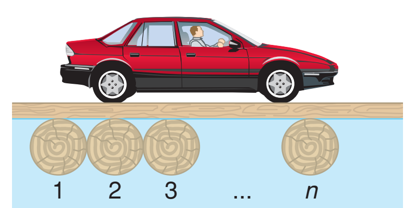
$V_i = 90\% \cdot n \cdot 100$

$V_i = 90n \ \ell$

Massa total das toras:

$m_t = d_{\text{madeira}} \cdot V_t = 0,8 \cdot n \cdot 100$

$m_t = 80n$ kg

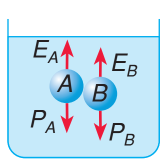


Equilíbrio:

$P = E \Rightarrow (m_t + m_{\text{carro}} + m_{\text{motorista}}) \cdot g = d_a \cdot V_i \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow 80n + 1.000 + 80 = 1 \cdot 90n \Rightarrow 1.080 = 10n \Rightarrow \boxed{n = 108}$

P.535 a)

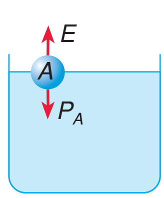


$E_A + E_B = P_A + P_B$

$d_{\text{água}} \cdot Vg + d_{\text{água}} \cdot Vg = d_A Vg + d_B Vg$

$2d_{\text{água}} = d_A + d_B$

$2 = d_A + d_B$ ①



$$E = P_A \Rightarrow d_{\text{água}} \cdot \frac{V}{2} g = d_A V g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_A = \frac{d_{\text{água}}}{2} \Rightarrow \boxed{d_A = 0,5 \text{ g/cm}^3}$$

b) De ①, vem: $\boxed{d_B = 1,5 \text{ g/cm}^3}$

P.536 a) Cálculo da aceleração da bolinha quando imersa no líquido:

$E = dVg \Rightarrow E = 10^3 \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow E = 2$ N

$P = mg \Rightarrow P = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \Rightarrow P = 0{,}4$ N

$F_R = ma \Rightarrow E - P = ma \Rightarrow 2 - 0{,}4 = 40 \cdot 10^{-3} \cdot a \Rightarrow a = 40$ m/s^2

A bolinha atinge a superfície do líquido com velocidade v calculada pela equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 + 2aH_0 \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot 40 \cdot 0{,}50 \Rightarrow v^2 = 40$

Com essa velocidade a bolinha abandona o líquido e atinge a altura máxima h':

$v_f^2 = v_i^2 - 2gh' \Rightarrow 0 = 40 - 2 \cdot 10 \cdot h' \Rightarrow \boxed{h' = 2 \text{ m}}$

b) Energia mecânica dissipada (E_d):

$E_d = mgh' - mgh \Rightarrow E_d = mg \cdot (h' - h) \Rightarrow E_d = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot (2 - 0{,}3) \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{E_d = 0{,}68 \text{ J}}$

P.537 I. a) Para níveis abaixo de 20 cm, a caixa flutua e, portanto, o peso é igual, em módulo, ao empuxo ($P = E$); e, então, o fio permanece "frouxo", isto é, não submetido a tensão: $T = 0$

b) À medida que o nível sobe acima de 20 cm, a parte imersa da caixa aumenta, aumentando a intensidade do empuxo.

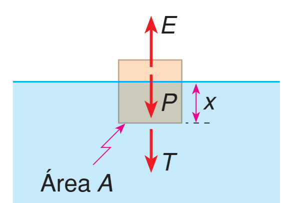
$P + T = E$

$T = E - P$

$T = d_0 \cdot V_{imerso} \cdot g - P$

$T = d_0 \cdot A \cdot x \cdot g - P$

Logo, T varia linearmente com x.



c) Quando o nível atingir 40 cm, a caixa estará totalmente imersa, não mais variando o empuxo. Então, a partir daí, a tensão permanece constante.

II. Como o enunciado afirma que a altura da parte submersa inicialmente é muito pequena, podemos considerar que a medida da aresta do cubo é, aproximadamente:

$a = 40 - 20 \Rightarrow \boxed{a = 20 \text{ cm}}$

III. Na situação em que a caixa está totalmente submersa, e $T = 64$ N, teremos

$E = P + T \Rightarrow d_L \cdot V_L \cdot g = mg + T$

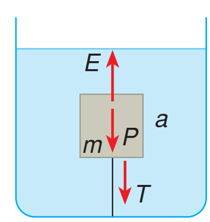
Mas:

$V_L = V_{caixa} = a^3 = (2 \cdot 10^{-1})^3 \Rightarrow V_L = 8 \cdot 10^{-3}$ m^3

$d_L \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 10^{-2} \cdot 10 + 64 \Rightarrow$

$\Rightarrow d_L \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 10^{-1} + 64 \Rightarrow d_L \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 0{,}1 + 64 \Rightarrow$

$\Rightarrow d_L = \dfrac{64{,}1}{8} \cdot 10^{+2} \Rightarrow \boxed{d_L \simeq 8 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3}$



$m = 10$ g $= 10^{-2}$ kg

$a = 2 \cdot 10^{-1}$ m

P.538 a) $Z = A \cdot v \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^2 = 4{,}0 \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 25 \text{ cm/s}}$

b) $Z = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^2 = \dfrac{\Delta V}{10 \cdot 60} \Rightarrow \Delta V = 6{,}0 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$

Sendo 1 $\ell = 10^3$ cm^3, temos: $\boxed{\Delta V = 60\ \ell}$

P.539 $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow A_1 \cdot v_1 = 3A_1 \cdot v_2 \Rightarrow \boxed{\dfrac{v_1}{v_2} = 3}$

P.540 a) $Z = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow Z = \dfrac{4{,}0 \cdot 10 \cdot 1{,}8}{8 \cdot 3.600} \Rightarrow Z = 0{,}0025 \text{ m}^3\text{/s} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{Z = 2{,}5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3\text{/s}}$ ou $\boxed{Z = 2{,}5\ \ell\text{/s}}$

b) $Z = A \cdot v \Rightarrow 2{,}5 \cdot 10^3 = 25 \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 1{,}0 \cdot 10^2 \text{ cm/s}}$

c) $Z = A' \cdot v' \Rightarrow 2{,}5 \cdot 10^3 = 4{,}0 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot v' \Rightarrow v' = 0{,}00625 \text{ cm/s}$

$v' = 6{,}25 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s} \Rightarrow \boxed{v' = 6{,}25 \cdot 10^{-2} \text{ mm/s}}$

Observe que em 1 min o nível da água sobe: $6{,}25 \cdot 10^{-2} \cdot 60 \text{ mm} = 3{,}75 \text{ mm}$

P.541 a) $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow A_1 \cdot 5{,}0 = A_2 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \dfrac{A_1}{A_2} = \dfrac{2{,}0}{5{,}0} \Rightarrow \boxed{\dfrac{A_1}{A_2} = 0{,}40}$

b) $p_1 + \dfrac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \dfrac{d \cdot v_2^2}{2} \Rightarrow 2{,}4 \cdot 10^3 + \dfrac{1{,}2 \cdot 10^3 \cdot (5{,}0)^2}{2} =$

$= p_2 + \dfrac{1{,}2 \cdot 10^3 \cdot (2{,}0)^2}{2} \Rightarrow \boxed{p_2 = 1{,}5 \cdot 10^4 \text{ Pa}}$

P.542 $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \dfrac{A_1}{A_2} \cdot v_1$ ①

$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{d \cdot v_2^2}{2} \quad ②$$

Substituindo ① em ②:

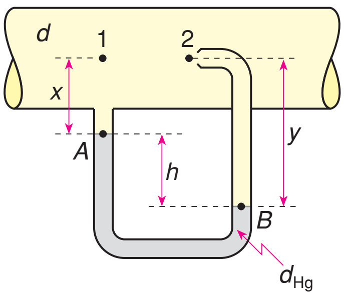
$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{d}{2} \cdot \left(\frac{A_1}{A_2} \cdot v_1\right)^2 \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{d}{2} \cdot v_1^2 \cdot \left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dgh = \frac{d}{2} \cdot v_1^2 \cdot \left[\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}}$$

P.543 a) $p_B = p_2 + dgy$ ①

$p_A = p_1 + dgx$ ②



Fazendo ① − ②, temos:

$p_B - p_A = p_2 - p_1 + dg(y - x)$

$p_B - p_A = p_2 - p_1 + dgh$ ③

Pelo teorema de Stevin:

$p_B = p_A + d_{Hg}gh \Rightarrow p_B - p_A = d_{Hg}gh$ ④

Substituindo ④ em ③, temos:

$$d_{Hg}gh = p_2 - p_1 + dgh \Rightarrow p_2 - p_1 = (d_{Hg} - d)gh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 - p_1 = (13{,}6 - 1{,}6) \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}20 \Rightarrow \boxed{p_2 - p_1 = 2{,}4 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2}$$

b) $p_1 + \dfrac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \dfrac{d \cdot v_2^2}{2}$

Sendo $v_2 = 0$, temos:

$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{d}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}4 \cdot 10^4}{1{,}6 \cdot 10^3}} \Rightarrow v_1 = \sqrt{30} \Rightarrow \boxed{v_1 \simeq 5{,}5 \text{ m/s}}$$

P.544 a) $v = \sqrt{2gh} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}80} \Rightarrow \boxed{v = 4{,}0 \text{ m/s}}$

b) $Z = A \cdot v \Rightarrow Z = 0{,}10 \cdot 4{,}0 \cdot 10^2 \Rightarrow \boxed{Z = 40 \text{ cm}^3/\text{s}}$

c) Cálculo do tempo de queda:

$$s = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow H - h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} \text{ (com } t > 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot (1{,}25 - 0{,}80)}{10}} \Rightarrow t = 0{,}3 \text{ s}$$

Cálculo do alcance:

$$D = vt \Rightarrow D = 4{,}0 \cdot 0{,}3 \Rightarrow \boxed{D = 1{,}2 \text{ m}}$$

P.545 a) $Z = A \cdot v \Rightarrow Z = \pi R^2 \cdot v \Rightarrow Z = 3{,}14 \cdot 1^2 \cdot 33 \Rightarrow Z \simeq 104 \text{ cm}^3/\text{s} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{Z \simeq 0{,}104\ \ell/\text{s}}$

b) $Z = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}104 = \dfrac{5}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t \simeq 48 \text{ s}}$

P.546 1) Errada. Se as aberturas estivessem no mesmo nível, não haveria diferença de pressão entre elas, pois as velocidades seriam iguais. Assim, não haveria ventilação.

2) Correta. A presença do arbusto reduz a velocidade do vento nas proximidades da abertura 1, onde, portanto, aumenta a pressão do ar. Consequentemente aumenta a diferença de pressão entre as aberturas, favorecendo a ventilação.

3) Errada.

$$p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow \Delta p = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

$\Delta p = p_1 - p_2$ é proporcional à diferença dos quadrados dos módulos das velocidades.

4) Correta. A ventilação ocorre no sentido da abertura de maior pressão do ar (abertura 1) para a de menor pressão (abertura 2).

P.547 a) $\Delta p = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \Rightarrow \Delta p = \frac{1,2 \cdot (50)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta p = 1,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}$

b) $\Delta p = \frac{P}{\text{Área}} \Rightarrow \Delta p = \frac{mg}{A} \Rightarrow 1,5 \cdot 10^3 = \frac{m \cdot 10}{5.400} \Rightarrow m = 8,1 \cdot 10^5 \text{ kg} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{m = 8,1 \cdot 10^2 \text{ t}}$

c) $\Delta p = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{P}{\text{Área}} \Rightarrow \frac{1,2 \cdot v^2}{2} = \frac{250.000 \cdot 10}{5.400} \Rightarrow$

$\Rightarrow v \simeq 27,8 \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{v \simeq 1,0 \cdot 10^2 \text{ km/h}}$

P.548 Ao se assoprar, a pressão do ar em movimento entre o carretel e o disco é menor do que a pressão ambiente (pressão do ar parado), pois entre o carretel e o disco a velocidade do ar é maior, de acordo com a equação de Bernoulli. Nessas condições, a pressão do ar na parte superior do disco é menor do que na parte inferior. Essa diferença de pressão média gera uma força de sustentação, de módulo F, de baixo para cima. A força de módulo F, gerada pela **diferença de pressão média** deve equilibrar o peso $\vec{P}$ do conjunto prego-cartolina:

$$F = P$$

$$\Delta p \cdot A = mg$$

$$\Delta p = \frac{mg}{A}$$

$$\Delta p = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{\pi \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$\boxed{\Delta p = \frac{10^3}{4\pi} \text{ N/m}^2}$$

P.549 Pela equação da continuidade, vamos calcular v_2:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

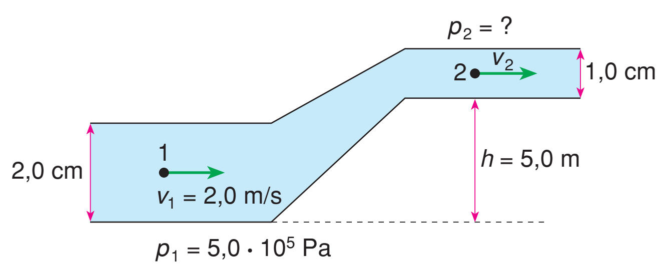
$$\frac{\pi d_1^2}{4} \cdot v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot v_2$$

$$d_1^2 \cdot v_1 = d_2^2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \cdot v_1$$

$$v_2 = \left(\frac{2,0}{1,0}\right)^2 \cdot 2,0$$

$$v_2 = 8,0 \text{ m/s}$$



Pela equação de Bernoulli entre os pontos 1 e 2, temos:

$$p_1 + \frac{dv_1^2}{2} = p_2 + dgh + \frac{dv_2^2}{2}$$

$$5{,}0 \cdot 10^5 + \frac{1{,}0 \cdot 10^3 \cdot (2{,}0)^2}{2} = p_2 + 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 5{,}0 + \frac{1{,}0 \cdot 10^3 \cdot (8{,}0)^2}{2}$$

$$5{,}02 \cdot 10^5 = p_2 + 0{,}50 \cdot 10^5 + 0{,}32 \cdot 10^5$$

$$\boxed{p_2 = 4{,}2 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

T.1 **Resposta:** a

$$25.972{,}5 \text{ s} = \frac{25.972{,}5}{3.600} \text{ h} = 7{,}2145833 \text{ h} = 7 \text{ h} + 0{,}2145833 \text{ h} =$$

$$= 7 \text{ h} + 0{,}2145833 \cdot 60 \text{ min} = 7 \text{ h} + 12{,}874998 \text{ min} =$$

$$= 7 \text{ h} + 12 \text{ min} + 0{,}874998 \text{ min} = 7 \text{ h} + 12 \text{ min} + 0{,}874998 \cdot 60 \text{ s} =$$

$$= 7 \text{ h} + 12 \text{ min} + 52{,}49988 \text{ s} \simeq \boxed{7 \text{ h } 12 \text{ min } 52{,}5 \text{ s}}$$

T.2 **Resposta:** b

$$\left.\begin{array}{r} 4{,}55 \cdot 10^9 \text{ anos} \rightarrow 86.400 \text{ s} \\ 4{,}0 \cdot 10^3 \text{ anos} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = \frac{4{,}0 \cdot 10^3 \cdot 86 \cdot 400}{4{,}55 \cdot 10^9} \text{ s} \Rightarrow x \simeq 76 \cdot 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{x \simeq 76 \text{ ms}}$$

T.3 **Resposta:** b

$$\begin{array}{r} \overset{1\text{ h}}{\curvearrowright} \\ 13 \text{ h } 15 \text{ min } 20 \text{ s} \\ -\quad 7 \text{ h } 30 \text{ min} \\ \hline \end{array} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{r} 12 \text{ h } 75 \text{ min } 20 \text{ s} \\ -\quad 7 \text{ h } 30 \text{ min} \\ \hline \boxed{5 \text{ h } 45 \text{ min } 20 \text{ s}} \end{array}$$

T.4 **Resposta:** e

$$1 \text{ microsséculo} = 10^{-6} \cdot 100 \text{ anos} = 10^{-6} \cdot 100 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \text{ min} = 52{,}56 \text{ min}$$

T.5 **Resposta:** b

$$1 \text{ jarda} = 3 \text{ pés} = 3 \cdot 30{,}48 \text{ cm} = 91{,}44 \text{ cm} = 0{,}9144 \text{ m}$$

$$\left.\begin{array}{r} 1 \text{ jarda} \rightarrow 0{,}9144 \text{ m} \\ x \rightarrow 8{,}15 \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow x = \frac{8{,}15}{0{,}9144} \text{ jardas} \Rightarrow \boxed{x \simeq 8{,}9 \text{ jardas}}$$

T.6 **Resposta:** d

Em cada saída passam 1.000 pessoas por minuto. Como temos 6 saídas, concluímos que em cada minuto passam 6.000 pessoas.

$$\left.\begin{array}{r} 6.000 \text{ pessoas} \rightarrow 1 \text{ min} \\ 120.000 \text{ pessoas} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = \frac{120.000}{6.000} \text{ min} \Rightarrow x = 20 \text{ min} \Rightarrow \boxed{x = \frac{1}{3} \text{ h}}$$

T.7 **Resposta:** c

Temos 10 intervalos de tempo de 10 s cada e 9 intervalos de 20 minutos cada:

$$\Delta t = \frac{10 \cdot 10}{60} \text{ min} + 9 \cdot 20 \text{ min} \Rightarrow \boxed{\Delta t \simeq 181 \text{ min}}$$

T.8 **Resposta:** c

$$\text{Número de átomos} = \frac{10^{-4}}{10^{-10}} \text{ átomos} = \boxed{10^6 \text{ átomos}}$$

T.9 **Resposta:** c

A velocidade está entre 80 km/h e 90 km/h e mais próxima de 90 km/h. A *melhor* leitura da velocidade é 87 km/h.

T.10 **Resposta:** b

Sabendo que os zeros à esquerda do primeiro algarismo significativo não são significativos, concluímos que o número de algarismos significativos da medida dada é igual a 4. São eles: 8, 0, 6 e 5.

T.11 **Resposta:** c

Estando a régua graduada em milímetros, concluímos que ela tem precisão até o milímetro, ou seja, é possível avaliar até o décimo de milímetro. Assim, temos para a medida do comprimento do lápis:

150,0 mm ou $\boxed{15,00 \text{ cm}}$

Algarismos corretos   Algarismo duvidoso

T.12 **Resposta:** d

Volume de um grão de feijão:

$$v = 0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} \times 1,0 \text{ cm} \Rightarrow v = 0,25 \text{ cm}^3$$

Número de feijões contidos no volume $V = 1,0\ \ell = 1,0 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$:

$$n = \frac{V}{v} = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ cm}^3}{0,25 \text{ cm}^3} \Rightarrow n = 4,0 \cdot 10^3 \text{ feijões}$$

Sendo $4,0 > \sqrt{10}$, concluímos que a ordem de grandeza do número de feijões é 10^4.

T.13 **Resposta:** c

Em cada volta a roda percorre $2\pi R$, em que R é o raio da roda. Vamos considerar o raio da roda igual a 30 cm = 0,30 m.

Assim, em uma volta, a roda percorre:

$$2\pi R = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}30 \text{ m} \simeq 1{,}9 \text{ m}$$

Ao percorrer 200 km = 200.000 m, o número de voltas (n) dadas pela roda é:

$$n = \frac{200.000}{1{,}9} \Rightarrow n \simeq 1{,}05 \cdot 10^5 \text{ voltas}$$

Sendo $1{,}05 < \sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{\text{ordem de grandeza: } 10^5 \text{ voltas}}$$

T.14 **Resposta:** e

Cada bacteriófago gera 10^2 vírus depois de 30 minutos. Decorridos mais 30 minutos, os 10^2 vírus geram 10^4 vírus.

Estes, depois de mais 30 minutos, se multiplicam, formando 10^6 vírus. Por fim, ao completar 2 horas, teremos 10^8 vírus.

Portanto, cada bacteriófago gera 10^8 vírus, após 2 horas. Como são 10^3 bacteriófagos, teremos, após 2 horas:

$$10^8 \cdot 10^3 \text{ vírus} = \boxed{10^{11} \text{ vírus}}$$

T.15 **Resposta:** d

Volume do recipiente: $V_{recipiente} = (3{,}000 \text{ m})^3 = 27 \text{ m}^3$

Volume de um cubo: $V_{cubo} = (3{,}01 \cdot 10^{-3} \text{ m})^3 \simeq 27{,}3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$

Número de cubos que cabem no recipiente:

$$n = \frac{V_{recipiente}}{V_{cubo}} = \frac{27}{27{,}3 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow n \simeq 9{,}89 \cdot 10^8 \text{ cubos}$$

Sendo $9{,}89 > \sqrt{10}$, temos:

$$\boxed{\text{ordem de grandeza: } 10^9 \text{ cubos}}$$

T.16 **Resposta:** b

Volume total de água:

V_T = 1 bilhão de quilômetros cúbicos $\Rightarrow V_T = 10^9 \cdot (10^3 \text{ m})^3 \Rightarrow V_T = 10^{18} \text{ m}^3$

Volume do cubo de água de aresta 100 m: $v = (100 \text{ m})^3 \Rightarrow v = 10^6 \text{ m}^3$

Número de beijos:

$$n = \frac{V_T}{v} \Rightarrow n = \frac{10^{18}}{10^6} \Rightarrow \boxed{n = 10^{12}}$$

T.17 **Resposta:** b

Os conceitos de repouso e de movimento dependem do referencial adotado.

T.18 **Resposta:** d

Em relação a Júlia, a moeda descreve um segmento de reta vertical e, em relação a Tomás, um arco de parábola.

T.19 **Resposta:** soma = 03 (01 + 02)

(01) Correta. Em relação ao observador *A*, parado em relação ao trem, a bola sobe e desce verticalmente e cai nas mãos do garoto.

(02) Correta. Em relação ao observador *B*, parado na estação, a bola descreve um arco de parábola.

(04), (08) e (16) Erradas.

T.20 **Resposta:** b

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{45\ \text{km}}{0{,}5\ \text{h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 90\ \text{km/h}}$$

T.21 **Resposta:** d

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 72{,}0\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{\Delta s}{\left(1 + \frac{1}{6}\right)\text{h}} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 84{,}0\ \text{km}}$$

T.22 **Resposta:** d

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 33 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\Delta s}{120 \cdot 60\ \text{s}} \Rightarrow \boxed{\Delta s \simeq 240\ \text{m}}$$

T.23 **Resposta:** d

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{20.000 \text{ km}}{10.000 \text{ anos}} \Rightarrow \boxed{v_m = 2,0 \text{ km/ano}}$$

T.24 **Resposta:** c

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\Delta s}{20 \cdot 60 \text{ s}} \Rightarrow \Delta s = 12.000 \text{ m}$$

$$\text{Número de voltas} = \frac{12.000 \text{ m}}{400 \text{ m}} = \boxed{30 \text{ voltas}}$$

T.25 **Resposta:** c

$$v_m = 1,5 \frac{\text{passo}}{\text{s}} = 1,5 \cdot \frac{70 \text{ cm}}{\text{s}} = 105 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \Rightarrow v_m = 1,05 \text{ m/s}$$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 1,05 = \frac{21}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 20 \text{ s}}$$

T.26 **Resposta:** d

$\Delta t = 20 \text{ h } 54 \text{ min} - 19 \text{ h } 15 \text{ min} = 1 \text{ h } 39 \text{ min} = 3.600 \text{ s} + 39 \cdot 60 \text{ s} = 5.940 \text{ s}$

$\Delta s = 263,5 \text{ km} - 115 \text{ km} = 148,5 \text{ km} = 148.500 \text{ m}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{148.500}{5.940} \Rightarrow \boxed{v_m = 25,0 \text{ m/s}}$$

T.27 **Resposta:** c

Tempo total gasto no percurso:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 80 = \frac{40}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0,5 \text{ h}$$

Distância percorrida em 15 min (0,25 h):

$$v_{m(1)} = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 40 = \frac{\Delta s_1}{0,25} \Rightarrow \Delta s_1 = 10 \text{ km}$$

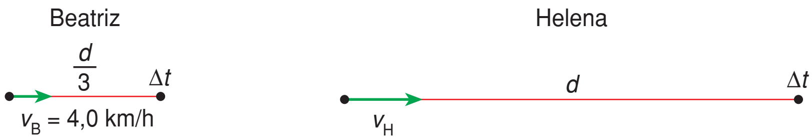
No restante do percurso:

$\Delta s_2 = \Delta s - \Delta s_1 \Rightarrow \Delta s_2 = 40 - 10 \Rightarrow \Delta s_2 = 30 \text{ km}$

$\Delta t_2 = \Delta t - \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_2 = 0,5 - 0,25 \Rightarrow \Delta t_2 = 0,25 \text{ h}$

$$v_{m(2)} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} \Rightarrow v_{m(2)} = \frac{30}{0,25} \Rightarrow \boxed{v_{m(2)} = 120 \text{ km/h}}$$

T.28 **Resposta:** e



$$v_B = \frac{\frac{d}{3}}{\Delta t} \Rightarrow 4{,}0 = \frac{\frac{d}{3}}{\Delta t} \Rightarrow d = 12{,}0 \cdot \Delta t$$

$$v_H = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow v_H = \frac{12{,}0 \cdot \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{v_H = 12{,}0 \text{ km/h}}$$

T.29 **Resposta:** e

Chamando de L a medida do lado do losango, a velocidade média no percurso todo é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{4L}{\left(\frac{L}{20} + \frac{L}{30} + \frac{L}{40} + \frac{L}{60}\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = \frac{4L}{\left(\frac{6L + 4L + 3L + 2L}{120}\right)} \Rightarrow v_m = \frac{4L}{\left(\frac{15L}{120}\right)} \Rightarrow \boxed{v_m = 32 \text{ km/h}}$$

T.30 **Resposta:** c

Distância percorrida pelo ônibus:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 75 = \frac{\Delta s}{\frac{2}{3}} \Rightarrow \Delta s = 50 \text{ km}$$

Tempo gasto pelo carro nesse percurso:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{50}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{2} \text{ h}$$

Tempo de parada do carro:

$$\Delta t_p = \frac{2}{3} - \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t_p = \frac{1}{6} \text{ h} \Rightarrow \boxed{\Delta t_p = 10 \text{ min}}$$

T.31 **Resposta:** c

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{19 \cdot 60 \text{ m}}{45{,}6 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{v_m = 25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/h}}$$

T.32 **Resposta:** c

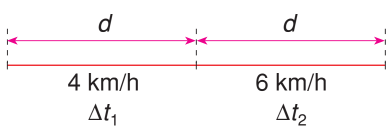
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{\pi R}{\Delta t} \Rightarrow 800 = \frac{3{,}14 \cdot 6.370}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t \simeq 25\ \text{h}}$$

T.33 **Resposta:** c

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{40}{3{,}6} = \frac{4}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 0{,}36\ \text{s}}$$

T.34 **Resposta:** d

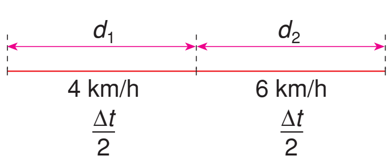
Antônio:



Os intervalos de tempo na 1ª e na 2ª metade do trecho são dados, respectivamente, por: $\Delta t_1 = \frac{d}{4}$ e $\Delta t_2 = \frac{d}{6}$

Logo: $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\left(\frac{d}{4} + \frac{d}{6}\right)} \Rightarrow v_m = \frac{2d}{\left(\frac{10d}{24}\right)} \Rightarrow v_m = 4{,}8$ km/h

Bernardo:



$$d_1 = 4 \cdot \frac{\Delta t}{2} \text{ e } d_2 = 6 \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{d_1 + d_2}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{4 \cdot \frac{\Delta t}{2} + \frac{6 \cdot \Delta t}{2}}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_m = \frac{4 + 6}{2} \Rightarrow v_m = 5 \text{ km/h}$$

Carlos:

$v = v_m = 5$ km/h

Portanto, Bernardo e Carlos desenvolvem a mesma velocidade média e chegam juntos. Antônio chega depois.

T.35 **Resposta:** c

Distância percorrida pelo trenzinho:

$\Delta s = \pi R_1 + \pi R_2 + L_T$

$\Delta s = \pi(R_1 + R_2) + L_T$

$\Delta s = 3{,}14 \cdot 1{,}40 + 0{,}60$

$\Delta s \simeq 5{,}0 \text{ m}$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{5{,}0}{2{,}5} \Rightarrow \boxed{v_m = 2{,}0 \text{ m/s}}$$

T.36 **Resposta:** e

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{54}{3{,}6} = \frac{120 + 60}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 12 \text{ s}}$$

T.37 **Resposta:** d

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{L_{\text{escola}} + L_{\text{arquibancada}}}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{(2 + 1) \text{ km}}{1{,}5 \text{ h}} \Rightarrow \boxed{v_m = 2 \text{ km/h}}$$

T.38 **Resposta:** a

$v > 0 \Rightarrow$ movimento progressivo

T.39 **Resposta:** b

Movimento retrógrado $\Rightarrow$ os espaços decrescem com o tempo, isto é, $v < 0$.

T.40 **Resposta:** c

Comparando $s = -2 + 5t$ (s em m e t em s) com $s = s_0 + vt$, vem $v = +5$ m/s.

Sendo $v > 0$, o movimento é progressivo.

T.41 **Resposta:** (01)

No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow -30 + 10t = -10 - 10t \Rightarrow \boxed{t = 1\ \text{s}}$

Posição de encontro: $s_A = -30 + 10 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{s_A = -20\ \text{m}}$

T.42 **Resposta:** d

$s_A = 50 + 50t$ (s_A em metros e t em segundos)

$s_B = 150 + 30t$ (s_B em metros e t em segundos)

No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 50 + 50t = 150 + 30t \Rightarrow t = 5$ s

Posição de encontro: $s_A = 50 + 50 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{s_A = 300\ \text{m}}$

T.43 **Resposta:** d

$s_A = 10 + 5t$ (s_A em centímetros e t em segundos)

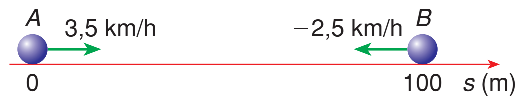
$s_B = 14 + 3t$ (s_B em centímetros e t em segundos)

No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 10 + 5t = 14 + 3t \Rightarrow t = 2$ s

Posição de encontro: $s_A = 10 + 5 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{s_A = 20\ \text{cm}}$

T.44 **Resposta:** a



$s_A = 3{,}5t$ (s_A em km e t em h)

$s_B = 0{,}1 - 2{,}5t$ (s_B em km e t em h)

No encontro, temos:

$$s_A = s_B \Rightarrow 3{,}5t = 0{,}1 - 2{,}5t \Rightarrow t = \frac{0{,}1}{6}\text{ h} \Rightarrow \boxed{t = 1{,}0\text{ min}}$$

T.45 **Resposta:** b

Orientando a trajetória de São Paulo para Camaquã e fazendo $t = 0$ no instante em que os caminhões partem, temos:

$s_A = 74t$ (s_A em quilômetros e t em horas)

$s_B = 1.300 - 56t$ (s_B em quilômetros e t em horas)

No encontro, temos:

$s_A = s_B \Rightarrow 74t = 1.300 - 56t \Rightarrow 130t = 1.300 \Rightarrow t = 10$ h

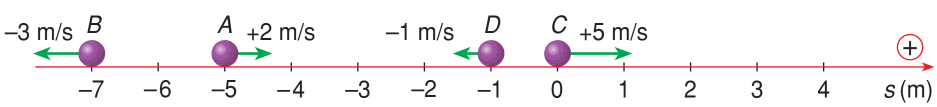
Posição de encontro:

$s_A = 74 \cdot 10 \Rightarrow s_A = 740$ km

Logo, o encontro ocorrerá em Garopaba.

T.46 **Resposta:** b

Na figura abaixo, representamos as posições iniciais dos móveis e os sentidos de seus movimentos, de acordo com o sinal de suas velocidades:



Da figura, concluímos que A e D deverão se encontrar.

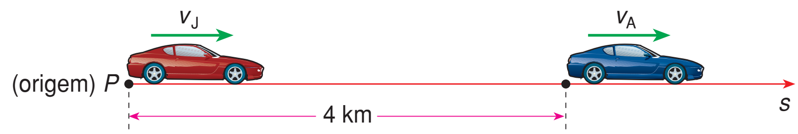
T.47 **Resposta:** c

Distância entre João e seu amigo no instante em que João passa pelo ponto P

$\left(\text{após } \Delta t = 4 \text{ min} = \frac{4}{60}\text{ h}\right)$:

$$v_A = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 60 = \frac{\Delta s}{\frac{4}{60}} \Rightarrow \Delta s = 4\text{ km}$$

Equacionando os movimentos de João ($v_J = 80$ km/h) e do amigo ($v_A = 60$ km/h), adotando a origem dos espaços no ponto P e a origem dos tempos no instante em que João passa por P:



$s_J = v_J \cdot t \Rightarrow s_J = 80t$

$s_A = s_0 + v_A t \Rightarrow s_A = 4 + 60t$

No encontro:

$$s_J = s_A \Rightarrow 80t = 4 + 60t \Rightarrow 20t = 4 \Rightarrow t = \frac{4}{20}\text{ h} \Rightarrow \boxed{t = 12 \text{ min}}$$

T.48 **Resposta:** b

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 3{,}0 \cdot 10^8 = \frac{3{,}9 \cdot 10^8}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 1{,}3 \text{ s}}$$

T.49 **Resposta:** b

$$\left.\begin{array}{r} 24 \text{ quadros} \rightarrow 1 \text{ s} \\ x \rightarrow 60 \text{ s} \end{array}\right\} \Rightarrow x = 1.440 \text{ quadros}$$

$$\left.\begin{array}{r} 40 \text{ quadros} \rightarrow 1 \text{ s} \\ 1.440 \text{ quadros} \rightarrow y \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{y = 36 \text{ s}}$$

T.50 **Resposta:** a

O projetor gira com velocidade de 20 quadros por segundo. Cada quadro mede 1,0 cm de comprimento. Temos, portanto, a projeção de 20 cm por segundo:

$$\left.\begin{array}{r} 0{,}20 \text{ m} \rightarrow 1 \text{ s} \\ 18 \text{ m} \rightarrow \Delta t \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta t = 90 \text{ s} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 1{,}5 \text{ min}}$$

T.51 **Resposta:** d

a) Errada. O carro B está se aproximando de A com velocidade de 150 km/h (80 + 70).

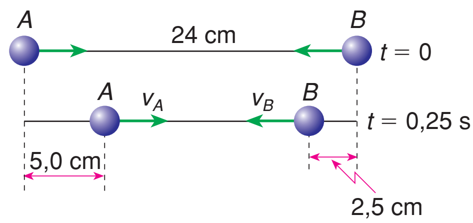
b) Errada. O carro C está se afastando de B com velocidade de 140 km/h (80 + 60).

c) Errada. O carro C está se afastando de D com velocidade de 10 km/h (60 − 50).

d) Certa. Em relação a *A*, o carro *D* está se aproximando com velocidade de 20 km/h (70 − 50).

e) Errada. Em relação a *C*, o carro *A* está se aproximando com velocidade de 10 km/h (70 − 60).

T.52 **Resposta:** e



I) Correta. Em módulo, temos:

$$v_A = \frac{5{,}0}{0{,}25} \Rightarrow v_A = 20 \text{ cm/s}$$

$$v_B = \frac{2{,}5}{0{,}25} \Rightarrow v_B = 10 \text{ cm/s}$$

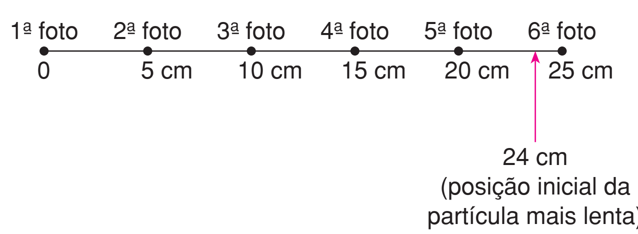
$v_{rel.} = v_A + v_B = 30 \text{ cm/s} \Rightarrow v_{rel.} = 1{,}5 \cdot v_A$

II) Errada. Vamos calcular o instante do encontro:

$s_{rel.} = v_{rel.} \cdot t \Rightarrow 24 = 30 \cdot t \Rightarrow t = 0{,}8 \text{ s}$

As fotos são tiradas de 0,25 s em 0,25 s, isto é, nos instantes 0; 0,25 s; 0,50 s; 0,75 s; 1,0 s etc. Logo, o instante do encontro não é fotografado.

III) Correta. No instante em que a partícula mais veloz passa pela posição inicial da partícula mais lenta, já foram tiradas 5 fotos.



T.53 **Resposta:** d

$s_{rel.} = v_{rel.} \cdot t \Rightarrow (10 + 10) = (v_1 - v_2) \cdot 4 \Rightarrow \boxed{v_1 - v_2 = 5{,}0 \text{ m/s}}$

T.54 **Resposta:** e

$$v_{rel.} = \frac{\Delta s_{rel.}}{\Delta t} \Rightarrow 15 - 10 = \frac{210}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 42 \text{ s}}$$

T.55 **Resposta:** soma = 58 (02 + 08 + 16 + 32)

(01) Errada. O trem *B* tem o dobro da velocidade, mas seu comprimento é maior.

(02) Correta.

$v_{rel.} = v_A + v_B = 36\text{ km/h} + 72\text{ km/h} \Rightarrow v_{rel.} = 108\text{ km/h}$

(04) Errada.

$$v_A = \frac{150 + d}{\Delta t} \quad (1) \qquad v_B = \frac{500 + d}{\Delta t} \quad (2)$$

(em que *d* é o comprimento da ponte)

Dividindo (1) por (2), temos:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{150 + d}{500 + d} \Rightarrow \frac{10}{20} = \frac{150 + d}{500 + d} \Rightarrow d = 200\text{ m}$$

(08) Correta.

(16) Correta. De (1), temos: $10 = \dfrac{150 + 200}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 35\text{ s}$

(32) Correta.

(64) Errada.

T.56 **Resposta:** d

Ônibus: $s_1 = 60t$

Táxi: $s_2 = 90(t - 5)$

No encontro, temos:

$s_1 = s_2 \Rightarrow 60t = 90(t - 5) \Rightarrow t = 15\text{ min}$

Portanto, o encontro ocorre 15 min após o ônibus ter partido e 10 min após a partida do táxi.

T.57 **Resposta:** b

$\alpha = 5\ \dfrac{m}{s^2} = 5\ \dfrac{m/s}{s}$: em cada segundo a velocidade escalar do móvel aumenta de 5 m/s.

T.58 **Resposta:** a

$$\alpha_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{2{,}0} \Rightarrow \boxed{\alpha_m = 10\ m/s^2}$$

T.59 **Resposta:** c

Trata-se de um MUV, pois a velocidade varia uniformemente com o tempo: de 1,0 s em 1,0 s a velocidade aumenta de 3 cm/s.

De $t = 1{,}0$ s a $t = 0$, a velocidade diminui de 3 cm/s, passando de 7 cm/s a 4 cm/s.

Portanto, $v_0 = 4\ cm/s \neq 0$.

T.60 **Resposta:** b

Quando sob a ação dos freios (movimento retardado), tem-se:

$\Delta s = 9 + 7 + 5 + 3 + 1 \Rightarrow \Delta s = 25$ m

Assim, temos $\Delta s = 25$ m em $t = 5$ s (cinco espaçamentos entre as gotas). Então:

$\Delta s = v_0 t + \dfrac{\alpha}{2} t^2$, em que: $v_0 = 36\ km/h = \dfrac{36}{3{,}6}\ m/s = 10\ m/s$

$$25 = 10 \cdot 5 + \frac{\alpha}{2} \cdot 25 \Rightarrow 12{,}5\ \alpha = -25 \Rightarrow \alpha = -\frac{25}{12{,}5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = -2\ m/s^2 \Rightarrow \boxed{|\alpha| = 2\ m/s^2}$$

T.61 **Resposta:** a

O veículo deve percorrer os 60 metros ($\Delta s = 60$ m) que o separa do semáforo em no **máximo** 2 s ($t = 2$ s) que o sinal permanece no amarelo. A **menor** aceleração que deve ter para isso é dada por:

$$\Delta s = v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2 \Rightarrow 60 = 20 \cdot 2 + \frac{\alpha}{2} \cdot 2^2 \Rightarrow 60 = 40 + \frac{\alpha}{2} \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\alpha = 10\ m/s^2}$$

T.62 **Resposta:** e

$$\left.\begin{array}{l} s = 10 + 10t - 5{,}0t^2 \\ s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha t^2}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s e } \alpha = -10 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 10 - 10 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{v = -30 \text{ m/s}}$$

T.63 **Resposta:** e

$$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 160 = 0 + 4{,}0 \cdot t \Rightarrow t = 40{,}0 \text{ s}$$

Assim, temos: $\boxed{\Delta t = 40{,}0 \text{ s}}$

$$s = \cancelto{0}{s_0} + \cancelto{0}{v_0} \cdot t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow d = \frac{1}{2} \cdot 4{,}0 \cdot (40{,}0)^2 \Rightarrow \boxed{d = 3.200 \text{ m}}$$

T.64 **Resposta:** a

$$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow -50 = 50 - 0{,}2 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 500 \text{ s}}$$

T.65 **Resposta:** c

$$t_1 = 1 \text{ s} \Rightarrow s_1 = 4 + 6 \cdot 1 + 1^2 \Rightarrow s_1 = 11 \text{ m}$$

$$t_2 = 6 \text{ s} \Rightarrow s_2 = 4 + 6 \cdot 6 + 6^2 \Rightarrow s_2 = 76 \text{ m}$$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow v_m = \frac{76 - 11}{6 - 1} \Rightarrow \boxed{v_m = 13 \text{ m/s}}$$

T.66 **Resposta:** d

$$\left.\begin{array}{l} s = 28 - 15t + 0{,}5t^2 \\ s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha t^2}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow v_0 = -15 \text{ m/s e } \boxed{\alpha = 1{,}0 \text{ m/s}^2}$$

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = -15 + 1{,}0t$ (v em m/s e t em segundos).

A partícula inverte o sentido de seu movimento no instante em que $v = 0$:

$$0 = -15 + 1{,}0t \Rightarrow \boxed{t = 15 \text{ s}}$$

Movimento progressivo: $v = -15 + 1{,}0t > 0 \Rightarrow t > 15$ s

Movimento retrógrado: $v = -15 + 1{,}0t < 0 \Rightarrow 0 \leqslant t < 15$ s

Movimento acelerado: $t > 15$ s, pois $v > 0$ e $\alpha > 0$

Movimento retardado: $0 \leqslant t < 15$ s, pois $v < 0$ e $\alpha > 0$

T.67 **Resposta:** e

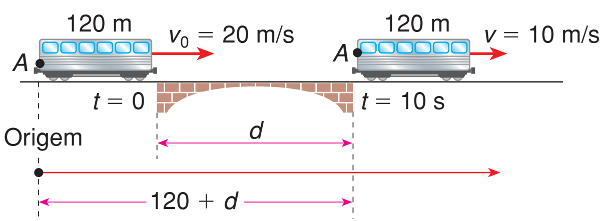
$$\left.\begin{aligned} s &= 24 - 10t + t^2 \\ s &= s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow v_0 = -10 \text{ m/s e } \alpha = 2 \text{ m/s}^2$$

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = -10 + 2t$

Como $v = 0$, vem: $0 = -10 + 2t \Rightarrow t = 5$ s

$s = 24 - 10 \cdot 5 + 5^2 \Rightarrow \boxed{s = -1 \text{ m}}$

T.68 **Resposta:** e



$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$\frac{\Delta s_A}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$\frac{120 + d}{10} = \frac{20 + 10}{2}$$

$240 + 2d = 300$

$\boxed{d = 30 \text{ m}}$

T.69 **Resposta:** e

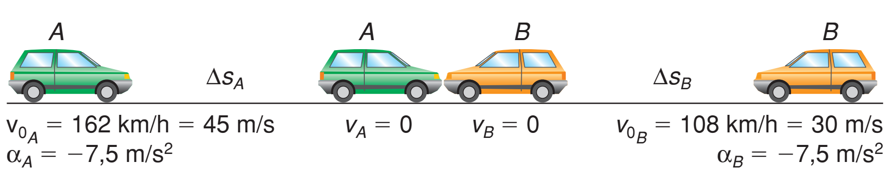
$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v_A + v_B}{2} \Rightarrow \frac{40}{5{,}0} = \frac{15 + v_B}{2} \Rightarrow \boxed{v_B = 1{,}0 \text{ m/s}}$$

T.70 **Resposta:** c

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = (20)^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s \Rightarrow \Delta s = 40$ m

Sendo $\Delta s = 40 \text{ m} < 100$ m, concluímos que o motorista conseguirá parar o carro a 60 m do animal.

T.71 **Resposta:** d

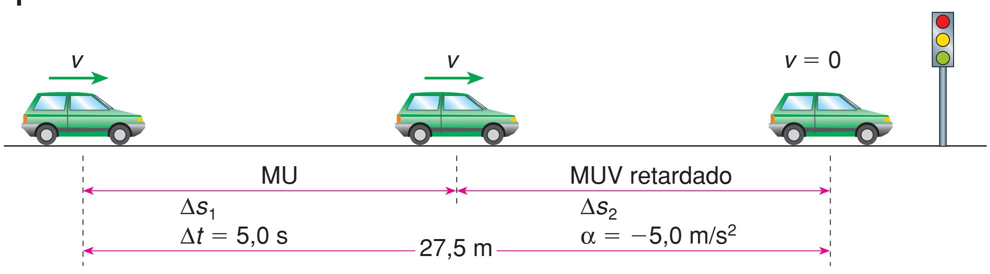


$v_A^2 = v_{0_A}^2 + 2\alpha_A\Delta s_A \Rightarrow 0 = (45)^2 + 2 \cdot (-7{,}5) \cdot \Delta s_A \Rightarrow \Delta s_A = 135$ m

$v_B^2 = v_{0_B}^2 + 2\alpha_B\Delta s_B \Rightarrow 0 = (30)^2 + 2 \cdot (-7{,}5) \cdot \Delta s_B \Rightarrow \Delta s_B = 60$ m

$d = \Delta s_A + \Delta s_B \Rightarrow d = 135 + 60 \Rightarrow \boxed{d = 195 \text{ m}}$

T.72 **Resposta:** e



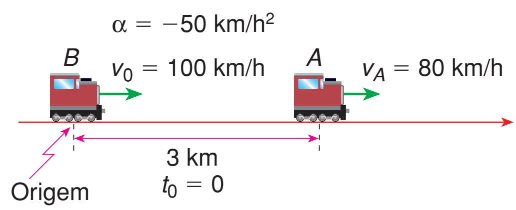
Cálculo de Δs_1 (MU): $v = \dfrac{\Delta s_1}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{\Delta s_1}{5{,}0} \Rightarrow \Delta s_1 = 5{,}0v$

Cálculo de Δs_2 (MUV):

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s_2 \Rightarrow 0 = v^2 - 2 \cdot 5{,}0 \cdot (27{,}5 - 5{,}0v) \Rightarrow 0 = v^2 - 275 + 50v \Rightarrow$

$\Rightarrow v^2 + 50v - 275 = 0 \Rightarrow \boxed{v = 5{,}0 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h}}$ ou $v = -55$ m/s

T.73 **Resposta:** c



$s_B = 100t - 25t^2$ (MUV)

$s_A = 3 + 80t$ (MU)

No encontro, temos:

$s_B = s_A \Rightarrow 100t - 25t^2 = 3 + 80t \Rightarrow 25t^2 - 20t + 3 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow t' = \dfrac{1}{5}$ h $= 12$ min e $t'' = \dfrac{3}{5}$ h $= 36$ min

O encontro dos trens ocorreu depois de 12 min.

Se os trens corressem em linhas paralelas, teríamos dois cruzamentos: após 12 min (*B* cruza com *A*) e após 36 min (*A* cruza com *B*).

T.74 **Resposta:** e

MUV: $s_{carro} = \dfrac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow s_{carro} = \dfrac{2{,}0t^2}{2} \Rightarrow s_{carro} = t^2$ (s em metros e t em segundos)

MU: $s_{caminhão} = 10t$ (s em metros e t em segundos)

No encontro, temos: $t^2 = 10t \Rightarrow t = 0$ ou $t = 10$ s

$s_{carro} = 10^2 \Rightarrow \boxed{s_{carro} = 100 \text{ m}}$

T.75 **Resposta:** d

O carro e o caminhão percorrem a mesma distância no mesmo intervalo de tempo, desde o instante em que o sinal abre até o instante do encontro. Nessas condições, nesse intervalo de tempo as velocidades médias são iguais.

Carro: $v_m = \dfrac{0 + v}{2}$ e caminhão: $v_m = v_0$

Portanto: $\dfrac{0 + v}{2} = v_0 \Rightarrow \boxed{v = 2v_0}$

T.76 **Resposta:** b

$s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha}{2} t^2$

$t = 1$ s e $s = 7$ m $\Rightarrow 7 = s_0 + v_0 \cdot 1 + \dfrac{\alpha}{2} \cdot 1^2$ ①

$t = 2$ s e $s = 18$ m $\Rightarrow 18 = s_0 + v_0 \cdot 2 + \dfrac{\alpha}{2} \cdot 2^2$ ②

$t = 3$ s e $s = 33$ m $\Rightarrow 33 = s_0 + v_0 \cdot 3 + \dfrac{\alpha}{2} \cdot 3^2$ ③

② − ①: $11 = v_0 + 1{,}5\alpha$ ④
③ − ②: $15 = v_0 + 2{,}5\alpha$ ⑤
⑤ − ④: $\alpha = 4$ m/s^2 ⑥

Substituindo ⑥ em ④: $v_0 = 5$ m/s ⑦
Substituindo ⑥ e ⑦ em ①: $s_0 = 0$

Portanto: $s = 0 + 5 \cdot t + \dfrac{1}{2} \cdot 4 \cdot t^2 \Rightarrow \boxed{s = 5t + 2t^2}$

T.77 **Resposta:** c

As bolas chegam ao solo ao mesmo tempo, pois saem da mesma posição e do repouso, e caem com a mesma aceleração, que é a aceleração da gravidade na Lua. Note que não existe atmosfera na Lua e, portanto, não existe força de resistência aos movimentos.

T.78 **Resposta:** b

$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = 20^2 + 2 \cdot (-10) \cdot h_{máx.} \Rightarrow \boxed{h_{máx.} = 20\text{ m}}$

T.79 **Resposta:** d

Aplicando-se a equação de Torricelli, com a trajetória orientada para cima ($\alpha = -g$), vem:

$v^2 = v_0^2 + 2(-g)\Delta s \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 3{,}2 \Rightarrow \boxed{v_0 = 8{,}0\text{ m/s}}$

T.80 **Resposta:** e

$s = s_0 + v_0 t + \dfrac{\alpha}{2}t^2 \Rightarrow h = 0 + 0 + \dfrac{50}{2} \cdot 4^2 \Rightarrow \boxed{h = 400\text{ m}}$

T.81 **Resposta:** b

No instante $t = 4$ s a velocidade do foguete vale:

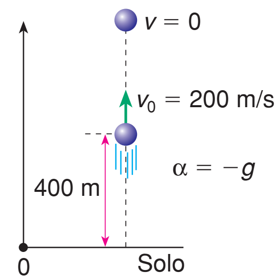
$v = v_0 + \alpha \cdot t \Rightarrow v = 0 + 50 \cdot 4 \Rightarrow v = 200$ m/s

Esta é a velocidade inicial do movimento do foguete sob a ação da gravidade:

$v^2 = v_0^2 - 2g(s - s_0)$

$0 = 200^2 - 2 \cdot 10(s - 400)$

$\boxed{s = 2.400\text{ m}}$



T.82 **Resposta:** soma = 18 (02 + 16)

(01) Errada: $s = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow s = \frac{gT^2}{2}$

(02) Correta: $v = \alpha t \Rightarrow v = gT$

(04) Errada. Sabendo-se que uma gota parte depois de um tempo T, temos para as funções horárias de duas gotas consecutivas: $s_1 = \frac{g}{2}t^2$ e $s_2 = \frac{g}{2}(t - T)^2$.

A distância d entre elas é:

$$d = s_1 - s_2 \Rightarrow d = \frac{g}{2}t^2 - \frac{g}{2}(t - T)^2 \Rightarrow d = \frac{g}{2}t^2 - \frac{g}{2}t^2 + gTt - \frac{g}{2}T^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = gTt - \frac{g}{2}T^2$$

Observe que, à medida que o tempo t aumenta, a distância d também aumenta.

$$t = T \Rightarrow d = \frac{g}{2}T^2$$

$$t = 2T \Rightarrow d = 3 \cdot \frac{g}{2}T^2$$

$$t = 3T \Rightarrow d = 5 \cdot \frac{g}{2}T^2$$

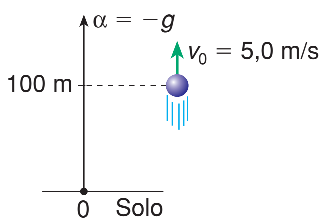
(08) Errada: $s = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow H = \frac{g}{2} \cdot t_q^2 \Rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

(16) Correta: $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow v^2 = 0 + 2gH \Rightarrow v = \sqrt{2gH}$

(32) Errada. O intervalo é T.

T.83 **Resposta:** d

No instante em que o parafuso escapa, sua velocidade é a mesma do foguete ($v_0 = 5{,}0$ m/s).



$$s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha}{2}t^2$$

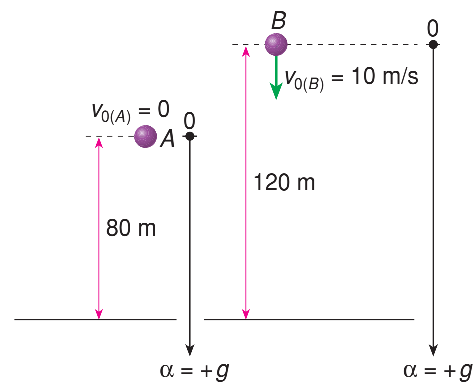
$$s = 100 + 5{,}0t - 5{,}0t^2$$

No instante em que o parafuso atinge o solo, temos $s = 0$

Portanto: $0 = 100 + 5{,}0t - 5{,}0t^2$

$$t^2 - t - 20 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \boxed{t = 5{,}0 \text{ s}} \\ \text{ou} \\ t = -4{,}0 \text{ s (não serve)} \end{cases}$$

T.84 **Resposta:** a



Instante em que o móvel A atinge o solo:

$$s_A = s_{0(A)} + v_{0(A)}t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$80 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 10t_A^2$$

$$\boxed{t_A = 4{,}0 \text{ s}}$$

Instante em que o móvel B atinge o solo:

$$s_B = s_{0(B)} + v_{0(B)}t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$120 = 0 + 10t_B + 5t_B^2$$

$$t_B^2 + 2t_B - 24 = 0$$

$$t_B = \frac{-2 \pm \sqrt{4 - 4 \cdot 1 \cdot (-24)}}{2}$$

$\boxed{t_B = 4{,}0 \text{ s}}$ ou $t_B = -6{,}0$ s (não serve)

Conclusão: A e B chegam ao solo no mesmo instante.

T.85 **Resposta:** d

$$s = \frac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow s = \frac{gt^2}{2}$$

$$\left.\begin{array}{l} t_1 = 2 \text{ s} \Rightarrow s_1 = \dfrac{g \cdot 2^2}{2} = 2g \\ t_2 = 6 \text{ s} \Rightarrow s_2 = \dfrac{g \cdot 6^2}{2} = 18g \end{array}\right\} \Rightarrow s_2 = 9s_1$$

Logo, a distância percorrida em 6 s será nove vezes maior.

T.86 **Resposta:** e

De $v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$ e sendo $v_0 = 0$ e $\alpha = g$, temos:

$v^2 = 2g\Delta s \Rightarrow v^2 = 2gh$ ①

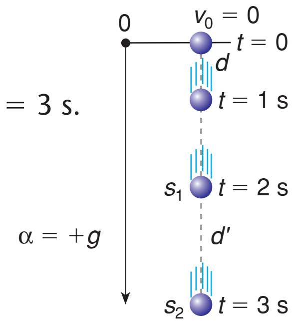
e

$(3v)^2 = 2gh_1 \Rightarrow 9v^2 = 2gh_1$ ②

De ① e ②, temos: $9 \cdot 2gh = 2gh_1 \Rightarrow \boxed{h_1 = 9h}$

T.87 **Resposta:** c

$$s = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow d = \frac{g}{2} \cdot 1^2 \Rightarrow d = \frac{g}{2} \quad ①$$



O terceiro segundo é o intervalo de tempo de $t_1 = 2$ s a $t_2 = 3$ s.

$$t_1 = 2 \text{ s} \Rightarrow s_1 = \frac{g}{2} \cdot 2^2 \Rightarrow s_1 = 2g$$

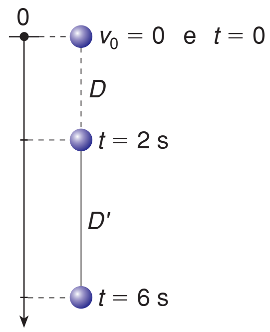
$$t_2 = 3 \text{ s} \Rightarrow s_2 = \frac{g}{2} \cdot 3^2 \Rightarrow s_2 = 4{,}5g$$

$$d' = s_2 - s_1 = 2{,}5g$$

De ①, temos que: $\boxed{d' = 5d}$

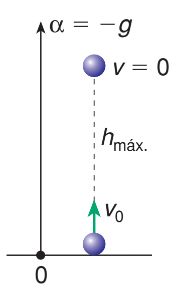
T.88 **Resposta:** d

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \begin{cases} D = \dfrac{1}{2} \cdot g \cdot 2^2 \Rightarrow D = 2g \quad ① \\ D + D' = \dfrac{1}{2} \cdot g \cdot 6^2 \Rightarrow D + D' = 18g \quad ② \end{cases}$$



De ① e ②, temos: $D + D' = 9D \Rightarrow \boxed{D' = 8D}$

T.89 **Resposta:** b



- Altura máxima:

$$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s \Rightarrow 0 = v_0^2 + 2(-g)h \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} \quad ①$$

- Tempo de subida:

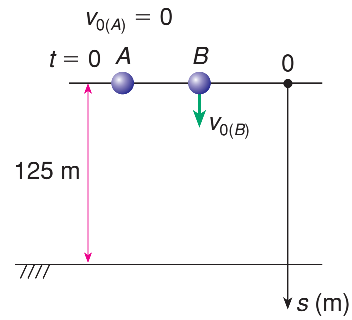
$$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = v_0 - gt_s \Rightarrow t_s = \frac{v_0}{g}$$

- Tempo total (subida mais descida):

$$t_{total} = 2t_s \Rightarrow t_{total} = \frac{2v_0}{g} \quad ②$$

Dobrando t_{total}, v_0 dobra (ver ②).
Dobrando v_0, h quadruplica (ver ①).

T.90 **Resposta:** b



$$s_A = \cancelto{0}{s_{0(A)}} + \cancelto{0}{v_{0(A)}} \cdot t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

$s_A = 5t^2$ (SI) ①

$s_B = v_{0(B)} \cdot (t - 2) + 5(t - 2)^2$ (SI) ②

Ao atingir o solo, temos $s_A = s_B = 125$ m.

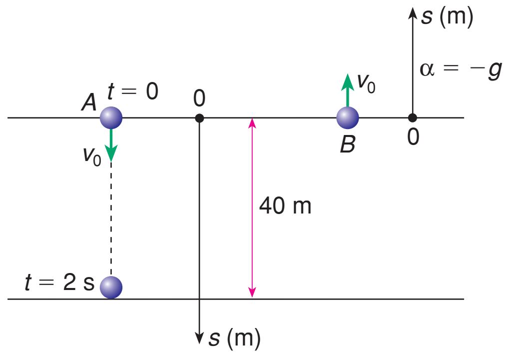
Portanto, em ①: $125 = 5t^2 \Rightarrow t = 5$ s

Em ②: $125 = v_{0(B)}(5 - 2) + 5 \cdot (5 - 2)^2 \Rightarrow \boxed{v_{0(B)} = \frac{80}{3} \text{ m/s} \simeq 26{,}6 \text{ m/s}}$

Como $v_{0(B)}$ resultou positivo, seu sentido é o do eixo adotado, isto é, para baixo.

T.91 **Resposta:** b

Móvel *A*:



$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 40 = 0 + v_0 \cdot 2 + \frac{10 \cdot 2^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s}$$

O intervalo de tempo Δt com que o móvel *B* chega ao solo depois de *A* corresponde ao intervalo de tempo que ele demora para subir e retornar ao ponto de partida:

Móvel *B*: $v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 10 - 10 \cdot t_s \Rightarrow t_s = 1$ s

Portanto: $\boxed{\Delta t = 2t_s = 2 \text{ s}}$

T.92 **Resposta:** c

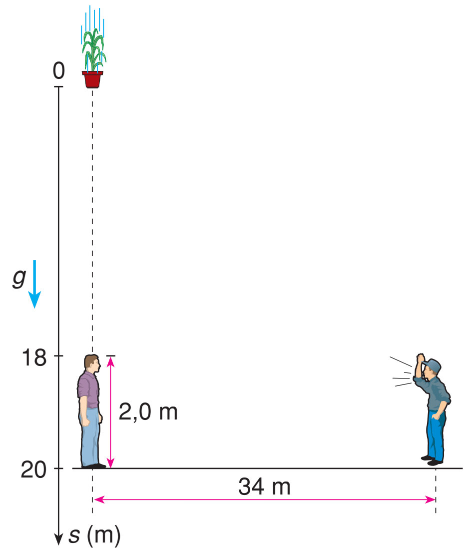
Para o movimento da pedra, orientando-se a trajetória vertical para baixo ($\alpha = +g = 10$ m/s^2), tem-se:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2 \Rightarrow 5 = \frac{10}{2} t^2 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

Nesse mesmo intervalo de tempo o barco move-se na direção horizontal com velocidade média *v*:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{3}{1} \Rightarrow \boxed{v = 3 \text{ m/s}}$$

T.93 **Resposta:** d



Tempo de queda do vaso até o homem:

$$s = s_0 + v_0 t_1 + \frac{\alpha}{2} t_1^2 \Rightarrow 18 = \frac{10}{2} t_1^2 \Rightarrow t_1 \simeq 1{,}9 \text{ s}$$

Tempo para o alerta sonoro chegar ao homem ($v_{som} = 340$ m/s; $x = 34$ m):

$x = v_{som} \cdot t_2 \Rightarrow 34 = 340 \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = 0{,}1$ s

Tempo de reação do homem após ouvir o alerta: $t_3 = 0{,}05$ s

Tempo até a pessoa emitir o alerta: $t_4 = 1{,}5$ s

Tempo para o homem sair do lugar:

$t = t_2 + t_3 + t_4 = 0{,}1 + 0{,}05 + 1{,}5 \Rightarrow t = 1{,}65$ s

Portanto, o homem sai do lugar antes de ser atingido, pois $t < t_1$.

Quando o homem sai do lugar em $t = 1{,}65$ s, a posição do vaso será dada por:

$$s' = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2 \Rightarrow s' = \frac{10}{2} \cdot (1{,}65)^2 \Rightarrow s' \simeq 13{,}6 \text{ m}$$

A posição do vaso em relação ao solo, nesse instante será:

$$H = 20 - 13{,}6 \Rightarrow \boxed{H = 6{,}4 \text{ m}}$$

T.94 **Resposta:** a

Comparando os trechos (1) e (2), notamos que (2) é mais inclinado do que (1), em relação ao eixo horizontal ou eixo dos tempos. Logo, a velocidade no trecho (2) é maior do que no trecho (1). Portanto, a pessoa andou (1), correu (2), parou (3) e novamente andou (4). Note que os trechos (1) e (4) têm mesma inclinação.

T.95 **Resposta:** c

- Partícula *A*:

$s_0 = 40 \text{ m}; v_A = \dfrac{140 - 40}{5} \Rightarrow v_A = 20 \text{ m/s}$

$s_A = s_0 + v_A \cdot t \Rightarrow \boxed{s_A = 40 + 20t}$ (SI)

- Partícula *B*:

$s_0 = 90 \text{ m}; v_B = \dfrac{140 - 90}{5} \Rightarrow v_B = 10 \text{ m/s}$

$s_B = s_0 + v_B \cdot t \Rightarrow \boxed{s_B = 90 + 10t}$ (SI)

T.96 **Resposta:** e

De $x = x_0 + v \cdot t$, sendo $v = -2{,}50$ m/s e $x = 25{,}00$ m para $t = 30{,}00$ s, vem:

$$25{,}00 = x_0 - 2{,}50 \cdot 30{,}00$$

$$x_0 = 100{,}0 \text{ m}$$

Portanto:

$x = 100{,}0 - 2{,}50 \cdot t$ (SI)

Para $t = 15{,}00$ s, resulta:

$$x = 100 - 2{,}50 \cdot 15{,}00$$

$$\boxed{x = 62{,}50 \text{ m}}$$

T.97 **Resposta:** a

Móvel *A*:

$s_0 = 600$ m

$$v_A = \frac{400 - 600}{5,0} \Rightarrow v_A = -40 \text{ m/s}$$

$s_A = s_0 + v_A t \Rightarrow s_A = 600 - 40t$ (SI)

Móvel *B*:

$s_0 = 0$

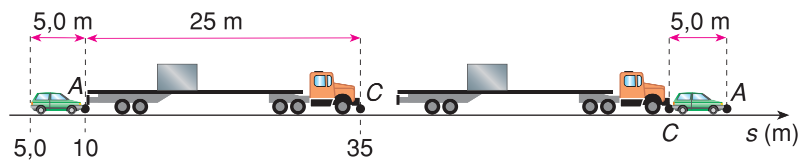
$$v_B = \frac{100 - 0}{5,0} \Rightarrow v_B = 20 \text{ m/s}$$

$s_B = s_0 + v_B t \Rightarrow s_B = 20t$ (SI)

Instante de encontro: $s_A = s_B \Rightarrow 600 - 40t = 20t \Rightarrow \boxed{t = 10 \text{ s}}$

Posição de encontro: $s_A = 600 - 40 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{s_A = 200 \text{ m}}$

T.98 **Resposta:** e



Início da ultrapassagem
Término da ultrapassagem

Do gráfico, temos:

$$\begin{cases} v_A = \dfrac{50 \text{ m}}{2,5 \text{ s}} = 20 \text{ m/s} \\ s_A = 10 + 20t \quad \text{(SI)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_C = \dfrac{25 \text{ m}}{2,5 \text{ s}} = 10 \text{ m/s} \\ s_C = 35 + 10t \quad \text{(SI)} \end{cases}$$

Ao terminar a ultrapassagem, temos:

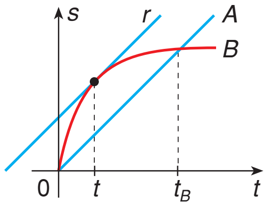
$s_A - s_C = 5,0 \text{ m} \Rightarrow 10 + 20t - 35 - 10t = 5,0 \Rightarrow 10t = 30 \Rightarrow t = 3,0$ s

Em 3,0 s o automóvel percorre: $v_A = \dfrac{\Delta s_A}{\Delta t} \Rightarrow 20 = \dfrac{\Delta s_A}{3,0} \Rightarrow \boxed{\Delta s_A = 60 \text{ m}}$

T.99 **Resposta:** b

No intervalo de tempo de 0 a *t*, os dois móveis sofrem a mesma variação de espaço. Por isso, possuem a mesma velocidade média, nesse intervalo.

T.100 **Resposta:** e



No instante t assinalado na figura, a reta r tangente à curva B é paralela à reta A. Significa que, nesse instante, a velocidade do trem B é igual à velocidade do trem A.

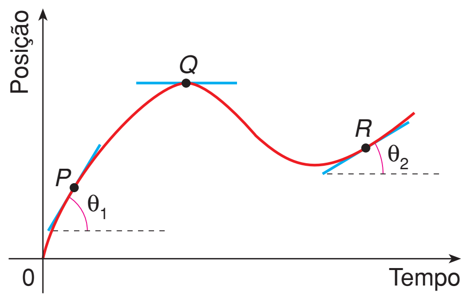
T.101 **Resposta:** c

$v_P = \text{tg}\ \theta_1$ (numericamente)

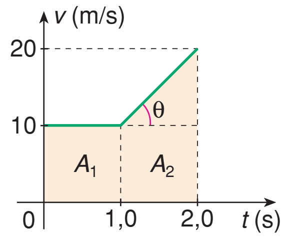
$v_R = \text{tg}\ \theta_2$ (numericamente)

Sendo $\theta_1 > \theta_2$, vem: $v_P > v_R$

Por outro lado, $v_Q = 0$ (vértice da curva). Logo: $v_P > v_R > v_Q$



T.102 **Resposta:** e



I. Correta.

$A_1 = 1{,}0 \cdot 10 = 10$

$$A_2 = \frac{10 + 20}{2} \cdot 1{,}0 = 15$$

$\Delta s \overset{N}{=} A_1 + A_2 \Rightarrow \Delta s = 10 + 15 \Rightarrow \Delta s = 25\ \text{m}$

II. Errada.

velocidade final: 20 m/s

velocidade média: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \dfrac{25\ \text{m}}{2{,}0\ \text{s}} \Rightarrow v_m = 12{,}5\ \text{m/s}$

III. Correta.

$$\text{tg}\ \theta = \frac{20 - 10}{2{,}0 - 1{,}0} = 10 \Rightarrow \alpha = 10\ \text{m/s}^2$$

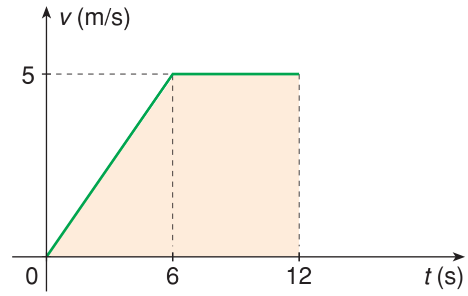
T.103 **Resposta:** e

Cálculo do tempo que o pavio demora para queimar até atingir o barril:

$s = s_0 + v \cdot t$

$0{,}6 = 0 + 5 \cdot 10^{-2} \cdot t$

$t = 12$ s



Cálculo da distância da rocha até o ponto em que o pavio foi acesso:

$\Delta s \overset{N}{=} A_{trapézio}$

$$\Delta s = \frac{12 + 6}{2} \cdot 5$$

$$\boxed{\Delta s = 45 \text{ m}}$$

T.104 **Resposta:** b

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 8{,}0 = \frac{100}{t - 0} \Rightarrow t = 12{,}5 \text{ s}$$

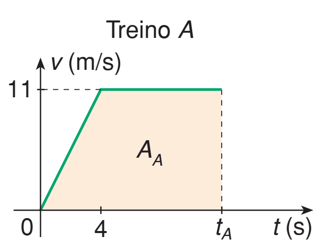
$\Delta s = A$ (numericamente)

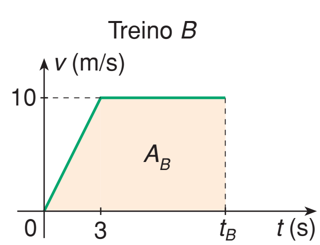
$$100 = \frac{5{,}5 \cdot 12}{2} + 3{,}0 \cdot 12 + \frac{12 + v}{2} \cdot (12{,}5 - 8{,}5)$$

$100 = 33 + 36 + 24 + 2v$

$$\boxed{v = 3{,}5 \text{ m/s}}$$

T.105 **Resposta:** b





$$A_A = \frac{t_A + (t_A - 4)}{2} \cdot 11 = 100$$

$t_A \simeq 11{,}1$ s

$$A_B = \frac{t_B + (t_B - 3)}{2} \cdot 10 = 100$$

$t_B \simeq 11{,}5$ s

No treino *A*, o atleta levou 0,4 s (11,5 s − 11,1 s) a menos que no *B*.

T.106 **Resposta:** c

- 0 a t_1: $v > 0$ e $|v|$ cresce no decorrer do tempo $\rightarrow$ movimento progressivo e acelerado
- t_1 a t_2: $v > 0$ e $|v|$ decresce no decorrer do tempo $\rightarrow$ movimento progressivo e retardado
- t_2 a t_3: $v < 0$ e $|v|$ cresce no decorrer do tempo $\rightarrow$ movimento retrógrado e acelerado
- t_3 a t_4: $v < 0$ e constante $\rightarrow$ movimento uniforme e retrógrado
- t_4 a t_5: $v < 0$ e $|v|$ decresce no decorrer do tempo $\rightarrow$ movimento retrógrado e retardado

T.107 **Resposta:** 04

01) Falsa. Nos intervalos de tempo de 2,0 s a 4,0 s e de 6,0 s a 8,0 s o corpo realiza movimento uniforme.

02) Falsa. Nos intervalos de tempo de 0 a 2,0 s e de 4,0 s a 6,0 s os movimentos são uniformemente variados. De 0 a 2,0 s e de 5,0 s a 6,0 s o módulo da velocidade cresce com o decorrer do tempo e os movimentos são acelerados. Portanto, há dois trechos de movimento uniformemente acelerado.

04) Verdadeira. No intervalo de tempo de 4,0 s a 5,0 s o movimento é uniformemente retardado (o módulo da velocidade decresce com o decorrer do tempo).

08) Falsa. O afastamento máximo da origem ocorre no instante $t = 5,0$ s. Seu valor é numericamente igual à área do trapézio, definido entre os instantes 0 e 5,0 s:

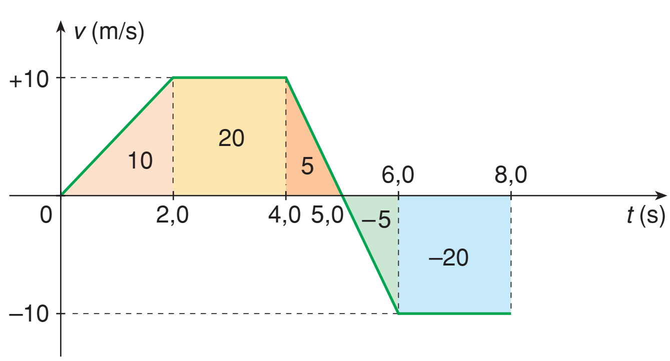
$$\Delta s = A_{\text{trapézio}} \text{ (numericamente)}$$

$$\Delta s = \frac{5,0 + 2,0}{2} \cdot 10$$

$$\Delta s = 35 \text{ m}$$

16) Falsa.

Na figura, temos os valores de Δs nos diversos intervalos de tempo:

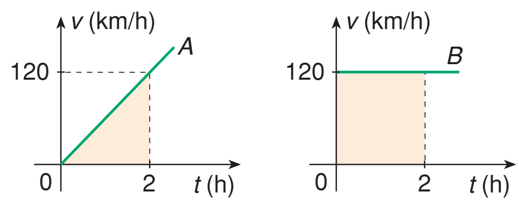


Partindo da origem dos espaços ($s_0 = 0$), podemos determinar os espaços s do corpo em diversos instantes t, conforme a tabela:

t (s)	s (m)
0	0
2,0	10
4,0	30
5,0	35
6,0	30
8,0	10

Observe que o corpo passa duas vezes pela posição 30 m (instantes 4,0 s e 6,0 s).

T.108 **Resposta:** c



I. Errada. O movimento de B é uniforme.

II. Correta.

$$\Delta s_A = \frac{2 \cdot 120}{2} \text{ km} = 120 \text{ km}$$

$$\Delta s_B = 2 \cdot 120 \text{ km} = 240 \text{ km}$$

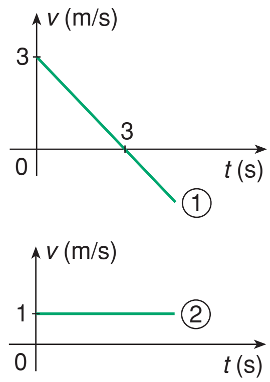
III. Errada. No instante $t = 2$ h, os dois carros apresentam a mesma **velocidade**.

IV. Correta.

$$\alpha_A = \frac{120 - 0}{2 - 0} \, \frac{\text{km/h}}{\text{h}} = 60 \, \frac{\text{km/h}}{\text{h}}$$

A velocidade de A cresce 60 km/h a cada hora.

T.109 **Resposta:** d



①: $v_0 = 3$ m/s

$$\alpha = \frac{0 - 3}{3} \text{ m/s}^2 = -1 \text{ m/s}^2$$

$$s_1 = 3t - \frac{1}{2}t^2 \text{ (SI)}$$

②: $v = 1$ m/s

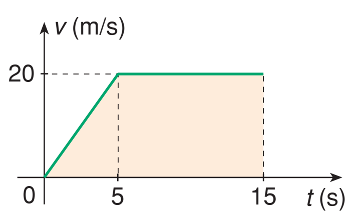
$$s_2 = 1t \text{ (SI)}$$

A condição para que os carrinhos voltem a ficar lado a lado é:

$$s_1 = s_2 \Rightarrow 3t - \frac{1}{2}t^2 = 1t \Rightarrow \frac{1}{2}t^2 - 2t = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = 0 \\ \text{ou} \\ \boxed{t = 4 \text{ s}} \end{cases}$$

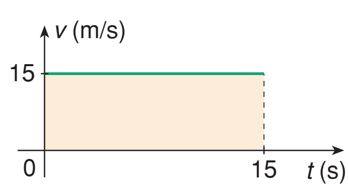
T.110 **Resposta:** d

Carro *A*:



$$\Delta s_A = \frac{15 + 10}{2} \cdot 20 \text{ m} = 250 \text{ m}$$

Carro *B*:



$$\Delta s_B = 15 \text{ m/s} \cdot 15 \text{ s} = 225 \text{ m}$$

Até o instante 15 s, o carro *A* percorreu 250 m e o *B*, 225 m. Logo, *A* está, nesse instante, 25 m na frente de *B*.

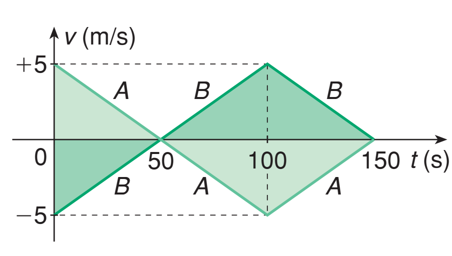
T.111 **Resposta:** d

$$\Delta s_A = \frac{50 \cdot 5}{2} - \frac{100 \cdot 5}{2} \Rightarrow \Delta s_A = -125 \text{ m}$$

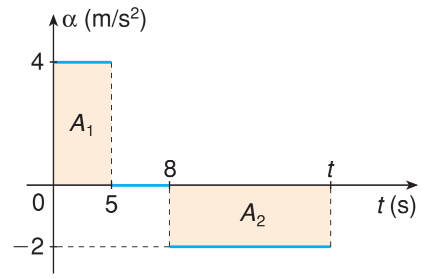
$$\Delta s_B = -\frac{50 \cdot 5}{2} + \frac{100 \cdot 5}{2} \Rightarrow \Delta s_B = 125 \text{ m}$$

A distância *d* entre os dois trens é dada por:

$$d = |\Delta s_A| + \Delta s_B \Rightarrow \boxed{d = 250 \text{ m}}$$



T.112 **Resposta:** e



$A_1 = 5 \cdot 4 = 20$

$A_2 = (t - 8) \cdot 2$

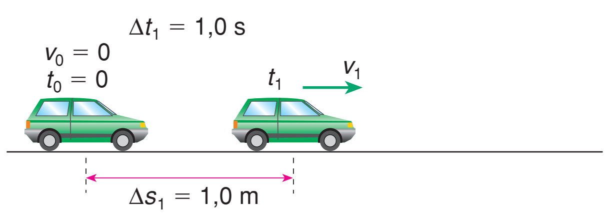
$\Delta v = 20 - (t - 8) \cdot 2$

$v_{inicial} = v_{final} = 0$

Logo:

$\Delta v = 0 \Rightarrow 20 - (t - 8) \cdot 2 = 0 \Rightarrow \boxed{t = 18 \text{ s}}$

T.113 **Resposta:** a



$$v_m = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{v_0 + v_1}{2}$$

$$\frac{1,0}{1,0} = \frac{0 + v_1}{2}$$

$v_1 = 2,0$ m/s

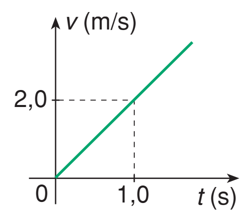
Substituindo v_0 e v_1 na função horária da velocidade, temos:

$v_1 = v_0 + \alpha t$

$2,0 = 0 + \alpha \cdot 1,0$

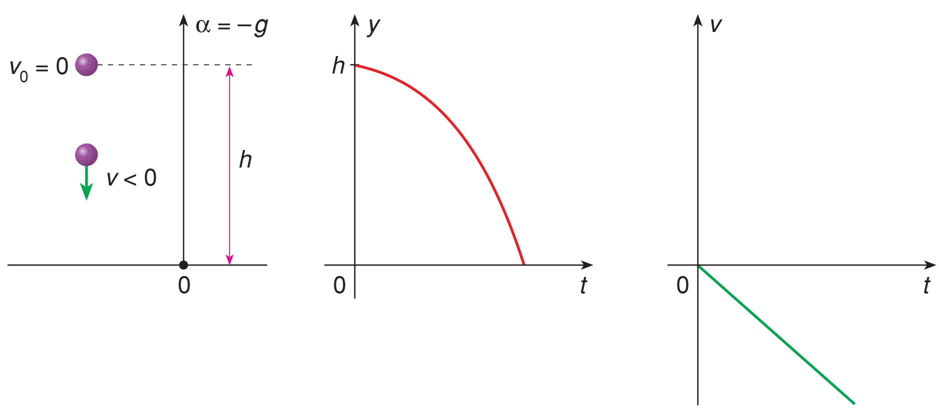
$\alpha = 2,0 \text{ m/s}^2$

Função horária da velocidade: $\boxed{v = 2,0t \quad (\text{SI})}$



T.114 **Resposta:** b

O movimento de queda, desprezada a resistência do ar, é uniformemente variado. Orientando a trajetória para cima ($\alpha = -g < 0$) e adotando-se a origem dos espaços no solo, o gráfico $y \times t$ é um arco de parábola com a concavidade para baixo e a representação gráfica de $v \times t$ é uma reta inclinada que passa pela origem ($v_0 = 0$) e com valores $v < 0$, pois o sentido do movimento é oposto ao da trajetória. Assim temos:



T.115 **Resposta:** a

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2} \Rightarrow \frac{20 - 15}{1 - 0} = \frac{0 + v_0}{2} \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s}$$

$v = v_0 + \alpha \cdot t \Rightarrow 0 = 10 + \alpha \cdot 1 \Rightarrow \alpha = -10 \text{ m/s}^2$

$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow s = 15 + 10 \cdot t - 5t^2$ (SI)

Para $t = 0{,}5$ s, temos: $s = 15 + 10 \cdot 0{,}5 - 5 \cdot (0{,}5)^2 \Rightarrow \boxed{s = 18{,}750 \text{ m}}$

E a função da velocidade é dada por:

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow \boxed{v = 10 - 10t \quad \text{(SI)}}$

T.116 **Resposta:** c

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2} \Rightarrow \frac{-1 - 3}{2 - 0} = \frac{0 + v_0}{2} \Rightarrow v_0 = -4 \text{ m/s}$$

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = -4 + \alpha \cdot 2 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2 \text{ m/s}^2}$

T.117 **Resposta:** e

$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

Sendo $s_0 = 6$ m e $v_0 = 0$, temos: $s = 6 + \frac{1}{2}\alpha t^2$

Para $t = 2$ s, temos $s = 16$ m. Portanto:

$16 = 6 + \frac{1}{2}\alpha \cdot 2^2 \Rightarrow \alpha = 5 \text{ m/s}^2$

Função horária: $\boxed{s = 6 + \frac{5t^2}{2} \quad \text{(SI)}}$

T.118 **Resposta:** d

Móvel B: $v_{m(B)} = \frac{v_0 + v_B}{2}$

Mas: $v_{m(B)} = v_{m(A)} = v_A$ e $v_0 = 0$

Logo: $v_A = \frac{0 + v_B}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{2}}$

T.119 **Resposta:** e

As distâncias percorridas (2 cm; 6 cm; d_1; d_2; ...) em intervalos de tempo iguais estão em progressão aritmética, de razão igual a 4 cm. Logo, $d_1 = 10$ cm e $d_2 = 14$ cm.

T.120 **Resposta:** b

Das grandezas apresentadas, força, velocidade, aceleração e deslocamento são grandezas vetoriais. No volume 1 desta obra, até o capítulo 6, tratamos de velocidade e aceleração como grandezas escalares e, por essa razão, foram chamadas velocidade escalar e aceleração escalar. No capítulo 8, velocidade e aceleração são caracterizadas como grandezas vetoriais. Força é também uma grandeza vetorial, conforme veremos no capítulo 11.

T.121 **Resposta:** d

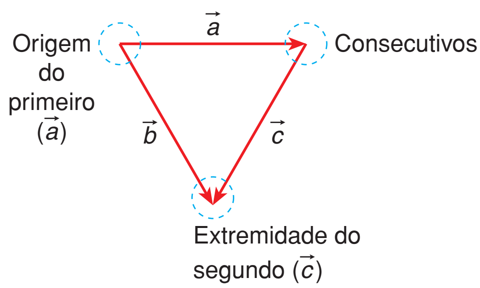
Uma grandeza vetorial fica perfeitamente definida quando dela se conhecem:

$$\left.\begin{array}{l}\text{valor numérico}\\ \text{unidade}\end{array}\right\}\ \text{intensidade}$$

direção

sentido

T.122 **Resposta:** b

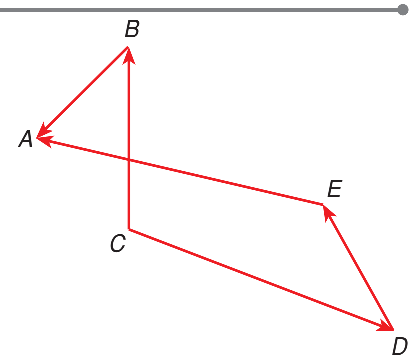


Pelo diagrama vetorial, temos:

$\vec{b} = \vec{a} + \vec{c}$

$$\boxed{\vec{b} - \vec{a} = \vec{c}}$$

T.123 **Resposta:** d



Observando que $\overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{CA}$

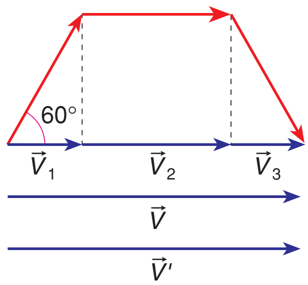
e $\overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EA} = \overrightarrow{CA}$,

vem: $\overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EA}$

Portanto: $\overrightarrow{EA} - \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{DE} = \overrightarrow{BA} - \overrightarrow{CD}$

T.124 **Resposta:** b

Para os três vetores superiores, temos:



$V_2 = 8$ u

$V_1 = V_3 = 8 \cdot \cos 60° = 8 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow V_1 = V_3 = 4$ u

$V = V_1 + V_2 + V_3 = 4\text{ u} + 8\text{ u} + 4\text{ u} \Rightarrow V = 16$ u

Para os três vetores inferiores, por simetria, temos:

$V' = 4\text{ u} + 8\text{ u} + 4\text{ u} \Rightarrow V' = 16$ u

O vetor resultante $\vec{V}_R$ terá módulo:

$V_R = V + V' \Rightarrow V_R = 16\text{ u} + 16\text{ u} \Rightarrow \boxed{V_R = 32\text{ u}}$

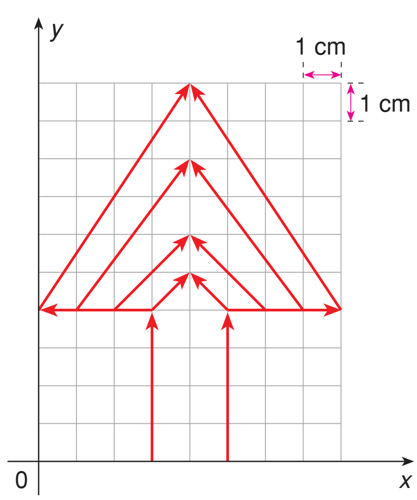
T.125 **Resposta:** b

Do diagrama dado, observamos que $\vec{a} = \vec{b}$ e, portanto, $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} + \vec{c} = \vec{c}$. Assim, o vetor $\vec{d}$ tem módulo 2 u, direção vertical e sentido para baixo.

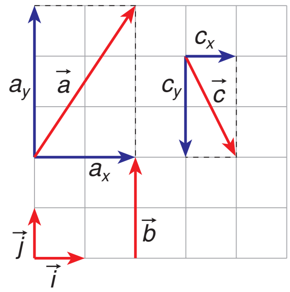
T.126 **Resposta:** c

As componentes dos vetores em relação ao eixo dos X se anulam. Em relação ao eixo dos y temos 5 pares de vetores de componentes 4 cm, 1 cm, 2 cm, 4 cm e 6 cm. Assim, o módulo do vetor soma é igual a:

$2 \cdot (4 + 1 + 2 + 4 + 6)$ cm $= 34$ cm



T.127 **Resposta:** d



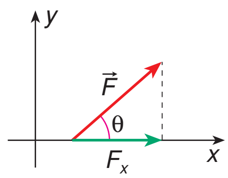
I. Correta.
$\vec{a} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$

II. Correta.
$\vec{b} = 2\vec{j}$

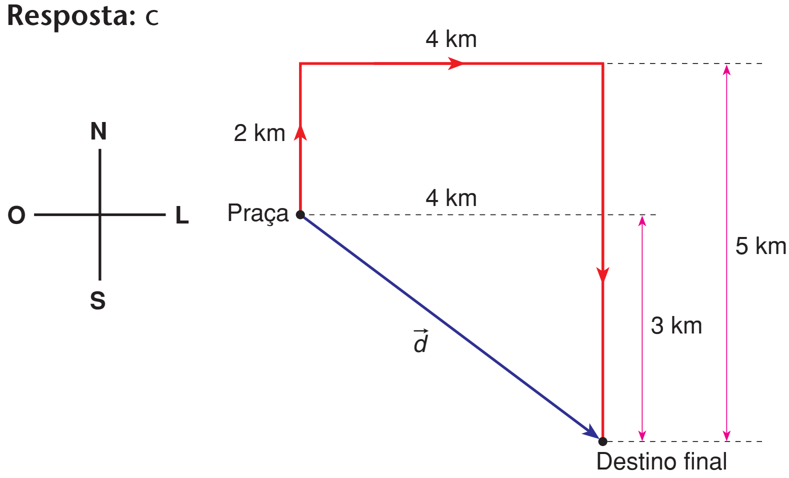
III. Correta.
$\vec{b} + \vec{c} = 2\vec{j} + 1\vec{i} - 2\vec{j}$
$\vec{b} + \vec{c} = 1\vec{j}$

T.128 **Resposta:** b

$$\boxed{F_x = |\vec{F}| \cdot \cos\theta}$$



T.129 **Resposta:** c



$|\vec{d}|^2 = 3^2 + 4^2$

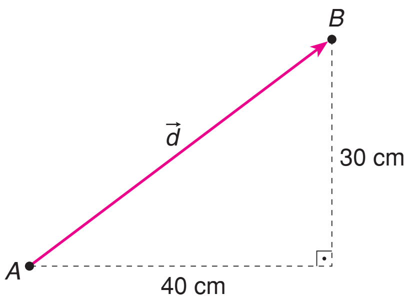
$$\boxed{|\vec{d}| = 5 \text{ km}}$$

T.130 **Resposta:** c

Cálculo de $|\vec{d}|$

$|\vec{d}|^2 = (30)^2 + (40)^2$

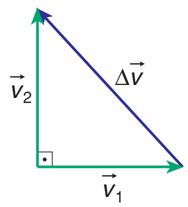
$|\vec{d}| = 50$ cm



Cálculo de $|\vec{v}_m|$

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{v}_m| = \frac{50 \text{ cm}}{200 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{|\vec{v}_m| = 0{,}25 \text{ cm/s}}$$

T.131 **Resposta:** a



$|\Delta\vec{v}|^2 = |\vec{v}_1|^2 + |\vec{v}_2|^2$

$|\Delta\vec{v}|^2 = (8{,}0)^2 + (8{,}0)^2$

$|\Delta\vec{v}| = 8{,}0\sqrt{2}$ m

$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{a}_m| = \frac{8{,}0\sqrt{2}}{4{,}0} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_m| = 2{,}0\sqrt{2} \text{ m/s}^2}$$

T.132 **Resposta:** e

I) Correta. O movimento pode ser retardado e, em seguida, acelerado.
II) Errada. Somente se o movimento fosse uniforme.
III) Correta. O movimento é retilíneo.

T.133 **Resposta:** c

Sendo o movimento uniforme, concluímos que a aceleração tangencial $\vec{a}_t$ é nula. Como a trajetória é não retilínea, resulta que a aceleração do movimento é centrípeta e, portanto, perpendicular à velocidade.

T.134 **Resposta:** c

De $|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R}$, sendo v constante (MCU), resulta $|\vec{a}_{cp}|$ constante.

T.135 **Resposta:** b

Velocidade vetorial

$\left.\begin{array}{l}\text{direção: constante}\\ \text{módulo: variável}\end{array}\right\} \Rightarrow$ MRUV (2)

$\left.\begin{array}{l}\text{direção: constante}\\ \text{módulo: constante}\end{array}\right\} \Rightarrow$ MRU (1)

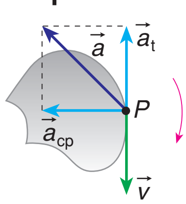
$\left.\begin{array}{l}\text{direção: variável}\\ \text{módulo: variável}\end{array}\right\} \Rightarrow$ MCUV (4)

$\left.\begin{array}{l}\text{direção: variável}\\ \text{módulo: constante}\end{array}\right\} \Rightarrow$ MCU (3)

T.136 **Resposta:** b

Sendo o sentido de $\vec{a}_t$ oposto ao $\vec{v}$, concluímos que o movimento é retardado, ou seja, o módulo da velocidade está diminuindo.

T.137 **Resposta:** d



- $\vec{v}$: tangente à trajetória e no sentido do movimento.
- $\vec{a}_t$: oposto a $\vec{v}$, pois o movimento é retardado.
- $\vec{a}_{cp}$: orientado para o centro da trajetória.
- $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{cp}$

T.138 **Resposta:** d

Nos trechos *AB* e *CD*, o automóvel realiza MRU. Logo, nesses trechos a aceleração é nula. No trecho *BC*, temos MCU. Nesse trecho, a aceleração é centrípeta e seu módulo é constante.

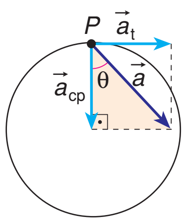
T.139 **Resposta:** e

$|\vec{a}_t| = |\alpha| \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_t| = 1\ m/s^2}$

$v = v_0 + \alpha t \Rightarrow v = 0 + 1 \cdot 10 \Rightarrow v = 10\ m/s$

$|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{(10)^2}{100} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 1\ m/s^2}$

T.140 **Resposta:** d



O triângulo destacado é retângulo e isósceles, pois $|\vec{a}_t| = |\vec{a}_{cp}| = 1\ m/s^2$.

Logo, o ângulo θ mede 45°.

T.141 **Resposta:** a

Menino *A*: $|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| + |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow |\vec{v}_{res.}| = v + v_0 = 3 + 3 \Rightarrow \boxed{|\vec{v}_{res.}| = 6\ m/s}$

Menino *B*: $|\vec{v}_{res.}| = |\vec{v}_{rel.}| - |\vec{v}_{arr.}| \Rightarrow |\vec{v}_{res.}| = v - v_0 = 3 - 3 \Rightarrow \boxed{|\vec{v}_{res.}| = 0\ m/s}$

T.142 **Resposta:** soma = 28 (04 + 08 + 16)

Sem remar:

$$d = v_{CR} \cdot \Delta t \Rightarrow d = v_{CR} \cdot 300 \quad ①$$

Rio abaixo com $v_{rel.} = 2{,}0$ m/s:

$$d = (v_{rel.} + v_{CR}) \cdot \Delta t' \Rightarrow d = (2{,}0 + v_{CR}) \cdot 100 \quad ②$$

Das expressões ① e ②, temos: $\boxed{v_{CR} = 1{,}00\ m/s}$ e $\boxed{d = 300\ m}$

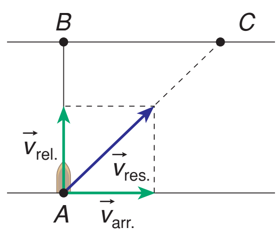
Rio acima:

$d = (v'_{rel.} - v_{CR}) \cdot \Delta t'' \Rightarrow 300 = (v'_{rel.} - 1{,}00) \cdot 600 \Rightarrow \boxed{v'_{rel.} = 1{,}50\ m/s}$

T.143 **Resposta:** a

Como a ação da correnteza é a mesma para as duas boias, pode-se raciocinar como se a correnteza não existisse. O menino deve nadar na direção da linha *K*.

T.144 **Resposta:** c



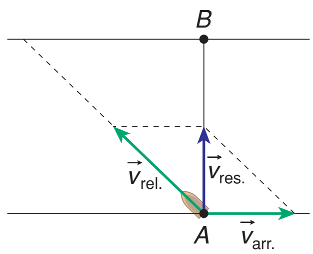
$AB = |\vec{v}_{rel.}| \cdot \Delta t$

$1{,}0 = 3{,}0 \cdot \Delta t$

$\Delta t = \dfrac{1{,}0}{3{,}0}\,\text{h}$

$\boxed{\Delta t = 20\ \text{min}}$

T.145 **Resposta:** b

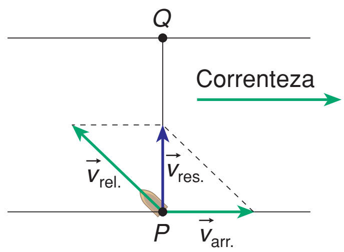


$|\vec{v}_{res.}|^2 = |\vec{v}_{rel.}|^2 - |\vec{v}_{arr.}|^2$

$|\vec{v}_{res.}|^2 = (5{,}0)^2 - (3{,}0)^2$

$\boxed{|\vec{v}_{res.}| = 4{,}0\ \text{m/s}}$

T.146 **Resposta:** d



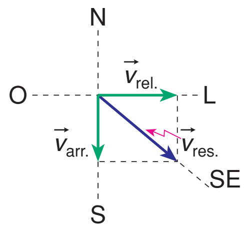
$PQ = |\vec{v}_{res.}| \cdot \Delta t \Rightarrow 4{,}0 = |\vec{v}_{res.}| \cdot 0{,}5 \Rightarrow |\vec{v}_{res.}| = 8{,}0\ \text{km/h}$

$|\vec{v}_{rel.}|^2 = |\vec{v}_{res.}|^2 + |\vec{v}_{arr.}|^2$

$|\vec{v}_{rel.}|^2 = (8{,}0)^2 + (6{,}0)^2$

$\boxed{|\vec{v}_{rel.}| = 10\ \text{km/h}}$

T.147 **Resposta:** a

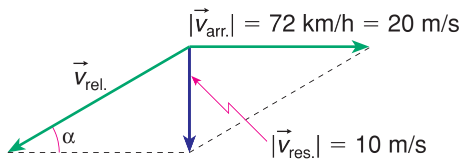


$v^2_{res.} = v^2_{rel.} + v^2_{arr.}$

$v^2_{res.} = (120)^2 + (90)^2$

$\boxed{v_{res.} = 150\ \text{km/h}}$

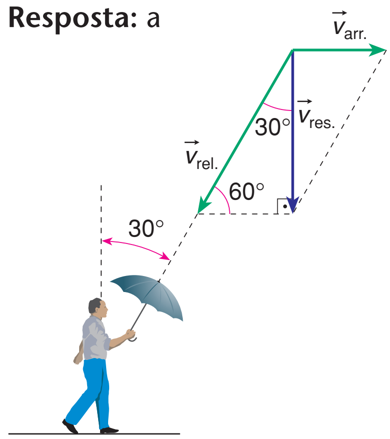
T.148 **Resposta:** e



Sendo tg $\alpha = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$, concluímos que $\alpha < 45°$.

Portanto, a velocidade da gota em relação ao motorista tem a direção indicada em V.

T.149 **Resposta:** a



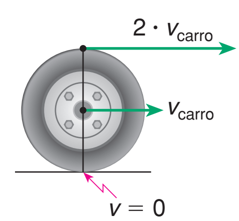
$$\text{tg } 60° = \frac{|\vec{v}_{res.}|}{|\vec{v}_{arr.}|}$$

$$1{,}7 = \frac{|\vec{v}_{res.}|}{1{,}0}$$

$$\boxed{|\vec{v}_{res.}| = 1{,}7 \text{ m/s}}$$

T.150 **Resposta:** e

- Valor mínimo: $v = 0$, no ponto de contato da roda com o solo.
- Valor máximo: $2 \cdot v_{carro} = 2 \cdot 90$ km/h $= 180$ km/h, no ponto da roda que é simétrico ao ponto de contato, em relação ao centro.



T.151 **Resposta:** a

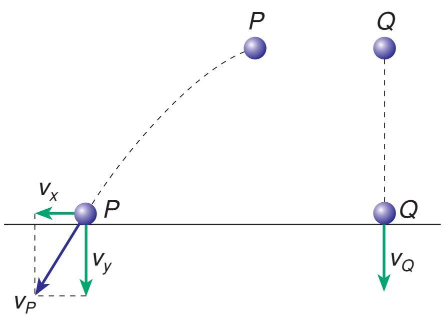
Para o corpo P, temos:

$v_P^2 = v_x^2 + v_y^2$

Mas $v_y = v_Q$. Logo: $v_P^2 = v_x^2 + v_Q^2$

Portanto: $\boxed{v_P > v_Q}$

Os tempos de queda são iguais: $\boxed{t_P = t_Q}$



T.152 **Resposta:** d

Tempo de queda:

$$s = \frac{gt_q^2}{2} \Rightarrow h = \frac{gt_q^2}{2} \Rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Como os projéteis são lançados horizontalmente do alto do edifício (mesmo h), chegam juntos ao solo (mesmo t_q).

Alcance horizontal:

$x = vt_q \Rightarrow$ mesmo t_q e mesmo $v \Rightarrow$ mesmo alcance horizontal x

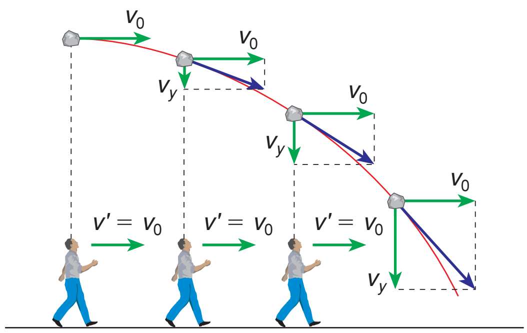
T.153 **Resposta:** d

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 1{,}8 = 5t^2 \Rightarrow t = 0{,}6 \text{ s}$$

$$x = v_0 \cdot t \Rightarrow x = 5{,}0 \cdot 0{,}6 \Rightarrow \boxed{x = 3{,}0 \text{ m}}$$

T.154 **Resposta:** c

Para ver a pedra cair verticalmente a pessoa deveria se deslocar com velocidade v' igual à componente horizontal da velocidade v_0 da pedra, paralela a v_0 e no mesmo sentido.

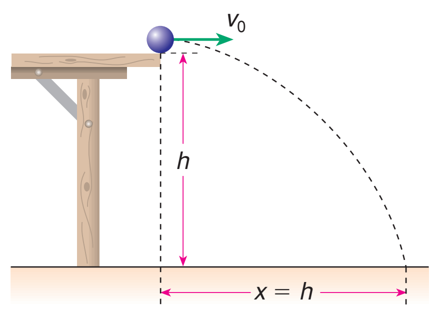


T.155 **Resposta:** d

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h = \frac{10 \cdot (1)^2}{2} \Rightarrow h = 5{,}0 \text{ m}$$

$$x = v_0 \cdot t \Rightarrow h = v_0 \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5{,}0 = v_0 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{v_0 = 5{,}0 \text{ m/s}}$$



T.156 **Resposta:** d

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 5 = \frac{10t^2}{2} \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

$x_1 = v_1 t \Rightarrow 1 = v_1 \cdot 1 \Rightarrow v_1 = 1$ m/s (velocidade mínima)

$x_2 = v_2 t \Rightarrow 4 = v_2 \cdot 1 \Rightarrow v_2 = 4$ m/s (velocidade máxima)

Logo: $\boxed{1 < v < 4}$

T.157 **Resposta:** e

t aumenta, pois a altura H aumenta.

Como x_1 e x_2 se mantêm constantes, v_1 e v_2 diminuem.

Assim temos: $v_1 = \dfrac{x_1}{t}$ e $v_2 = \dfrac{x_2}{t}$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = \frac{x_2}{t} - \frac{x_1}{t} \Rightarrow \Delta v = \frac{x_2 - x_1}{t}$$

Como t aumenta, Δv diminui.

T.158 **Resposta:** c

O movimento componente horizontal é uniforme. Por isso, a componente horizontal da velocidade é constante.

T.159 **Resposta:** e

a) Errada. O alcance máximo ocorre para $\theta = 45°$

b) c) e d) Erradas, pois a velocidade é mínima (e não nula) e a aceleração é a da gravidade.

T.160 **Resposta:** c

$v = v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v = 50 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{v = 25 \text{ m/s}}$

T.161 **Resposta:** b

A aceleração $\vec{a}$ é a aceleração da gravidade. Logo, seu módulo é constante.

T.162 **Resposta:** a

$v_x = v_0 \cdot \cos 60° \Rightarrow v_x = 20 \cdot 0{,}50 \Rightarrow v_x = 10 \text{ m/s}$

$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } 60° \Rightarrow v_{0_y} = 20 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v_{0_y} = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$

$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 10\sqrt{3} - 10 \cdot t_S \Rightarrow t_S = \sqrt{3} \text{ s e } t_T = 2\sqrt{3} \text{ s}$

$x = v_x \cdot t \Rightarrow x = v_X \cdot t_T \Rightarrow x = 10 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \Rightarrow \boxed{x \simeq 35 \text{ m}}$

T.163 **Resposta:** c

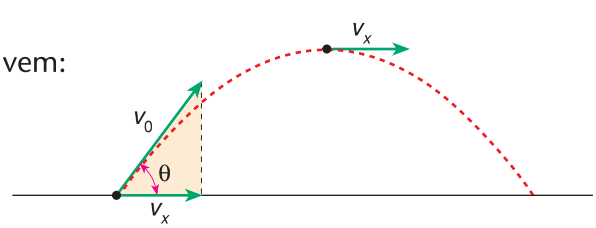
$v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow v_{0_y} = 100 \cdot 0{,}50 \Rightarrow v_{0_y} = 50 \text{ m/s}$

$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = 50 - 10 \cdot t_S \Rightarrow \boxed{t_S = 5 \text{ s}}$

T.164 **Resposta:** b

De $v_x = v_0 \cdot \cos \theta$ e sendo $v_0 = 2v_x$, vem:

$v_x = 2v_x \cdot \cos \theta \Rightarrow \boxed{\cos \theta = \dfrac{1}{2}}$



T.165 **Resposta:** a

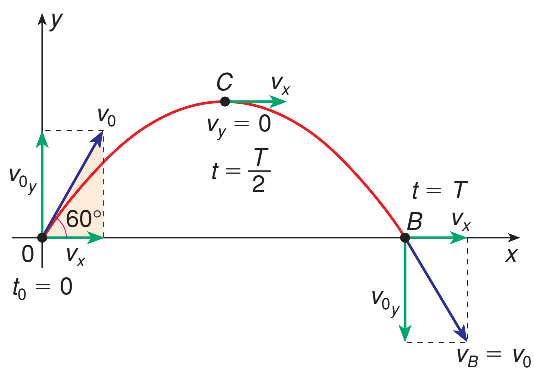
$$y = v_{0_y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y = v_0 \cdot \text{sen } 30° \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y = 100t - 5t^2$$

Fazendo $y = 480$ m, temos:

$$480 = 100t - 5t^2 \Rightarrow t^2 - 20t + 96 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \boxed{t = 8 \text{ s}} \\ \text{ou} \\ t = 12 \text{ s} \end{cases}$$

T.166 **Resposta:** c

A componente vertical da velocidade, no instante em que o projétil atinge o solo ($t = T$), tem o mesmo módulo da componente vertical no instante de lançamento, isto é, 200 m/s. No ponto mais alto da trajetória $\left(t = \frac{T}{2}\right)$, temos: $v_y = 0$



T.167 **Resposta:** a

Calculemos, inicialmente, a altura máxima:

$$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2gy$$

$$0 = v_{0_y}^2 - 2gH$$

$$H = \frac{v_{0_y}^2}{2g} \quad ①$$

Calculemos, a seguir, o tempo de subida e o tempo total:

$$v_y = v_{0_y} - gt$$

$$0 = v_{0_y} - g \cdot t_s$$

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g}$$

$$t_{total} = 2 \cdot \frac{v_{0y}}{g} \quad ②$$

Da figura dada, temos: $H_Q > H_P = H_R$

De ① concluímos que $v_{0_{y(Q)}} > v_{0_{y(P)}} = v_{0_{y(R)}}$

De ② resulta: $\boxed{t_Q > t_P = t_R}$

T.168 **Resposta:** d

$$v_y^2 = v_{0_y}^2 - 2g \cdot \Delta s \Rightarrow 0 = v_{0_y}^2 - 2g \cdot H \Rightarrow H = \frac{v_{0_y}^2}{2g} \quad ①$$

$$v_y = v_{0_y} - gt \Rightarrow 0 = v_{0_y} - gt_S \Rightarrow t_S = \frac{v_{0_y}}{g} \text{ e } t_T = 2\frac{v_{0_y}}{g} \quad ②$$

De ①, para o mesmo H, resulta o mesmo v_{0_y}. Isso significa que, em cada instante, os móveis estavam na mesma altura, pois é dada por $y = v_{0_y}t - \frac{gt^2}{2}$.

De ②, sendo v_{0_y} o mesmo, conclui-se que os tempos de voo (t_T) são iguais.

T.169 **Resposta:** a

Vamos, inicialmente, analisar o movimento relativo, isto é, o movimento do projétil em relação ao vento.

Cálculo do tempo de queda:

$$x = v_x \cdot t$$
$$1.200 = 600 \cdot t$$
$$t = 2 \text{ s}$$

Cálculo da distância do ponto A ao ponto de impacto B (se não houvesse vento).

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$
$$y = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2$$
$$y = 20 \text{ m}$$

Vamos, agora, analisar o movimento de arrastamento, isto é, o arrastamento devido ao vento. Sendo $v = 15$ m/s a velocidade do vento, concluímos que em $t = 2$ s o projétil é arrastado:

$s = vt = 15 \cdot 2 \Rightarrow s = 30$ m

de oeste para leste, atingindo o ponto C do anteparo.

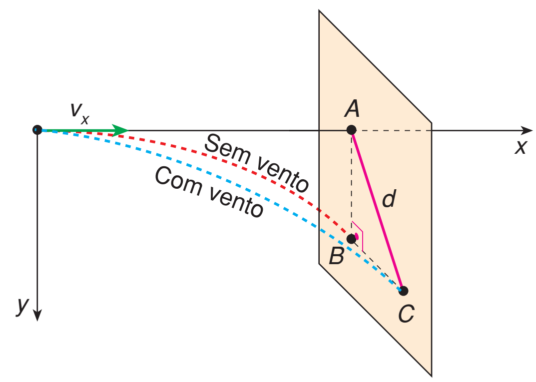
Assim:

$d^2 = (AB)^2 + (BC)^2$

$d^2 = (20)^2 + (30)^2$

$d^2 = 1.300$

$\boxed{d = 10\sqrt{13} \text{ m}}$

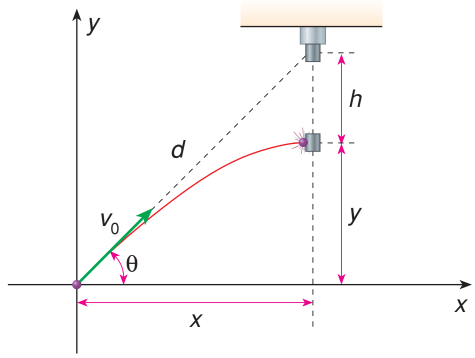


T.170 **Resposta:** a

Considerando a aceleração da gravidade nula, o objeto ficaria em repouso e a esfera realizaria um MRU com velocidade v_0.

A colisão ocorreria num instante t_0 dado por:

$$v_0 = \frac{d}{t_0} \Rightarrow \boxed{t_0 = \frac{d}{v_0}}$$



Levando-se em conta a aceleração da gravidade g, o objeto realiza uma queda livre, e a esfera é lançada obliquamente. Seja t_g o instante do encontro.

Esfera:

$x = v_0 \cdot \cos\theta \cdot t_g$ ①

$$y = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \cdot t_g - \frac{g}{2} \cdot t_g^2 \quad ②$$

Objeto (queda livre):

$$h = \frac{g}{2} \cdot t_g^2 \quad ③$$

③ em ②:

$y = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \cdot t_g - h \Rightarrow y + h = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \cdot t_g$

$d^2 = x^2 + (y + h)^2 \Rightarrow d^2 = (v_0 \cdot \cos\theta \cdot t_g)^2 + (v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \cdot t_g)^2 \Rightarrow$

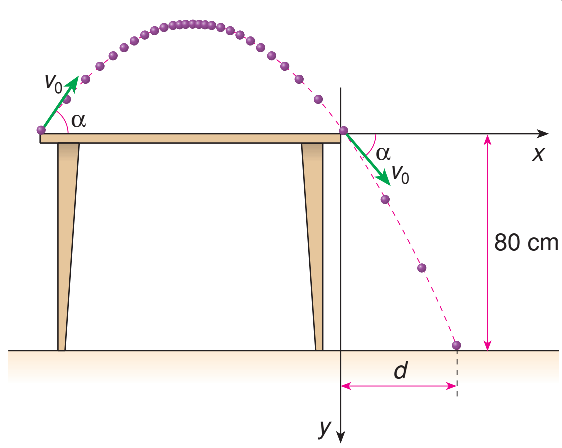
$$\Rightarrow d^2 = v_0^2 \cdot t_g^2 \Rightarrow t_g = \frac{d}{v_0}$$

Logo: $t_0 = t_g = \dfrac{d}{v_0}$

O resultado obtido nos mostra que podemos resolver o exercício como se não tivesse gravidade, pois essa age igualmente nos dois corpos em movimento.

T.171 **Resposta:** b

Ao atingir a outra aresta da mesa, o corpo tem velocidade de módulo igual ao módulo de $\vec{v}_0$ e a mesma inclinação α com a horizontal.



$$\begin{cases} v_{0_y} = v_0 \cdot \text{sen}\ \alpha = 5{,}00 \cdot 0{,}60 \Rightarrow v_{0_y} = 3{,}0 \text{ m/s} \\ v_x = v_0 \cdot \cos \alpha = 5{,}00 \cdot 0{,}80 \Rightarrow v_x = 4{,}0 \text{ m/s} \end{cases}$$

$y = v_{0_y} \cdot t + \dfrac{1}{2}gt^2$

$0{,}80 = 3{,}0t + 5{,}0t^2$

$5{,}0t^2 + 3{,}0t - 0{,}80 = 0$

$t = +0{,}20$ s ou $t = -0{,}80$ s (não serve)

$x = v_x \cdot t$

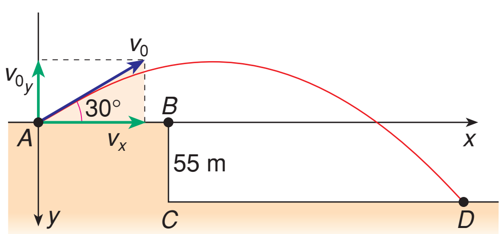
$d = 4{,}0 \cdot 0{,}20$

$\boxed{d = 0{,}80 \text{ m}}$

T.172 **Resposta:** c

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos 30° \\ v_x = 100 \cdot 0{,}866 \\ v_x = 86{,}6 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{0_y} = -v_0 \cdot \text{sen}\ 30° \\ v_{0_y} = -100 \cdot 0{,}50 \\ v_{0_y} = -50 \text{ m/s} \end{cases}$$



$x = AB + CD$ e $y = 55$ m

$y = v_{0_y} \cdot t + \dfrac{gt^2}{2}$

$y = -50 \cdot t + 5t^2$ (SI)

Ao atingir D, temos $y = 55$ m. Logo:

$$55 = -50t + 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 50t - 55 = 0 \Rightarrow t^2 - 10t - 11 = 0 \Rightarrow \begin{cases} t = -1\text{s} \\ \text{ou} \\ \boxed{t = 11\text{s}} \end{cases}$$

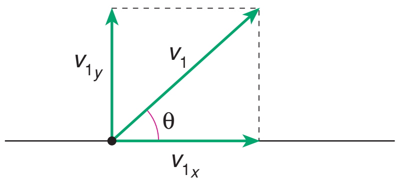
T.173 **Resposta:** d

De $x = v_x \cdot t$, para $t = 11$ s e $x = AB + CD$, resulta:

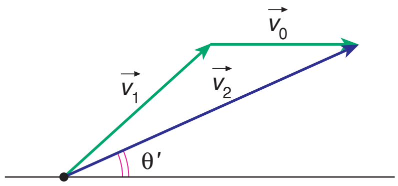
$$AB + CD = v_x \cdot t \Rightarrow 40 + CD = 86{,}6 \cdot 11 \Rightarrow \boxed{CD = 912{,}60 \text{ m}}$$

T.174 **Resposta:** c

Referencial no trem:



Referencial no solo:



Sendo:

$\vec{v}_1$: velocidade relativa ao trem

$\vec{v}_0$: velocidade de arrastamento

$\vec{v}_2$: velocidade resultante

Conclusões para um observador no solo:

1ª) O ângulo de lançamento é menor ($\theta' < \theta$).

2ª) A componente vertical de $\vec{v}_2$ é igual à componente vertical de $\vec{v}_1$. Logo, a altura máxima alcançada é a mesma.

T.175 **Resposta:** d

$f = 240 \text{ rpm} = \dfrac{240}{60} \text{ Hz} = 4 \text{ Hz}$

e

$T = \dfrac{1}{f} \Rightarrow T = \dfrac{1}{4} \text{ s}$

O intervalo de tempo necessário para que P′ se desloque de *A* até *B* é igual à metade do período *T*. Portanto:

$$\Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{\frac{1}{4}}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{1}{8} \text{ s}}$$

T.176 **Resposta:** d

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{60} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{\pi}{30} \text{ rad/s}}$$

$$v = \omega R \Rightarrow v = \frac{\pi}{30} \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{v = \frac{\pi}{60} \text{ cm/s}}$$

T.177 **Resposta:** c

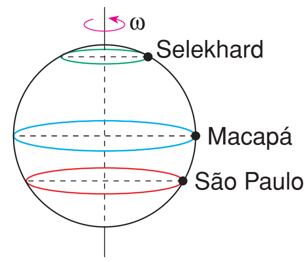
De $v_A = \dfrac{2\pi}{T_A} \cdot R_A$ e $v_B = \dfrac{2\pi}{T_B} \cdot R_B$, vem: $\dfrac{v_A}{v_B} = \dfrac{T_B}{T_A} \cdot \dfrac{R_A}{R_B}$

Sendo $T_A = 1$ h, $T_B = 12$ h, $R_A = 7{,}5$ m e $R_B = 5{,}0$ m,

resulta: $\dfrac{v_A}{v_B} = \dfrac{12}{1} \cdot \dfrac{7{,}5}{5{,}0} \Rightarrow \boxed{\dfrac{v_A}{v_B} = 18}$

T.178 **Resposta:** a

Todos os pontos da superfície da Terra têm o mesmo período, pois completam uma volta no mesmo intervalo de tempo. Consequentemente, suas frequências e suas velocidades angulares são também iguais. Quanto à velocidade tangencial *v*, ela depende do raio da trajetória descrita ($v = \omega R$), sendo maior para os pontos de Macapá.



T.179 **Resposta:** a

A velocidade angular da mancha de tinta é a mesma do disco:

$$f = 30 \text{ rpm} = \frac{30}{60} \text{ Hz} = \frac{1}{2} \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = \pi \text{ rad/s}}$$

$$v = \omega R \Rightarrow v = \pi \cdot 5 \Rightarrow \boxed{v = 5\pi \text{ cm/s}}$$

T.180 **Resposta:** b

Os carros *A* e *B* entram e saem das curvas no mesmo intervalo de tempo. Logo, descrevem o mesmo ângulo e, portanto, têm a mesma velocidade angular:

$$\omega_A = \omega_B \Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \boxed{\frac{V_A}{V_B} = \frac{R_A}{R_B}}$$

T.181 **Resposta:** b

Velocímetro: $v_v = \omega \cdot R$

Velocidade do carro: $v_c = \omega \cdot 1{,}05 \cdot R$

Portanto: $v_c = 1{,}05 \cdot v_v$

Para $v_c = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, vem:

$80 = 1{,}05 \cdot v_v$

$$\boxed{v_v \simeq 76 \text{ km/h}}$$

T.182 **Resposta:** d

A estação espacial dá uma volta completa em 90 min = 1,5 h. Nesse intervalo de tempo, Macapá terá percorrido a distância *d* dada por:

$d = v \cdot \Delta t \Rightarrow d = \omega_T \cdot R_T \cdot \Delta t \Rightarrow$

$\Rightarrow d = \dfrac{2\pi}{T_T} \cdot R_T \cdot \Delta t \Rightarrow d = \dfrac{40.000}{24} \cdot 1{,}5 \Rightarrow \boxed{d = 2.500 \text{ km}}$

T.183 **Resposta:** c

De $a_{cp} = \dfrac{v^2}{R}$ e sendo $v = \omega \cdot R$, vem: $R = \dfrac{v}{\omega}$

Logo:

$a_{cp} = \dfrac{v^2}{\frac{v}{\omega}} \Rightarrow a_{cp} = v \cdot \omega \Rightarrow a_{cp} = v \cdot \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow$

$\Rightarrow a_{cp} = 12 \cdot \dfrac{2 \cdot 3}{15} \Rightarrow \boxed{a_{cp} = 4{,}8 \text{ m/s}^2}$

T.184 **Resposta:** a

$a_{cp(A)} = \dfrac{v^2}{R}$ ①; $a_{cp(B)} = \dfrac{(2v)^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow a_{cp(B)} = 8\dfrac{v^2}{R}$ ②

De ① e ②, temos: $\boxed{a_{cp(A)} = \dfrac{a_{cp(B)}}{8}}$

T.185 **Resposta:** e

$f_A \cdot R_A = f_B \cdot R_B \Rightarrow 5f_B \cdot R_A = f_B \cdot R_B \Rightarrow \boxed{\dfrac{R_A}{R_B} = \dfrac{1}{5}}$

T.186 **Resposta:** a

$f_1 \cdot R_1 = f_3 \cdot R_3 \Rightarrow 40 \cdot 6 = f_3 \cdot 2 \Rightarrow f_3 = 120 \text{ rpm} \Rightarrow f_3 = \dfrac{120}{60} \text{ Hz} \Rightarrow f_3 = 2 \text{ Hz}$

$T_3 = \dfrac{1}{f_3} \Rightarrow T_3 = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \boxed{T_3 = 0{,}5 \text{ Hz}}$

T.187 **Resposta:** b

$(f \cdot R)_{\text{engrenagem}} = (f \cdot R)_{\text{cremalheira}}$

$f_{\text{engrenagem}} \cdot R_{\text{engrenagem}} = f_{\text{cremalheira}} \cdot R_{\text{cremalheira}}$

$$3 \cdot 4 = \frac{1}{T_{\text{cremalheira}}} \cdot 60$$

$$\boxed{T_{\text{cremalheira}} = 5 \text{ s}}$$

T.188 **Resposta:** a

Como o pai e o filho andam lado a lado, eles possuem a mesma velocidade:

$$v_P = v_F$$

$$\omega_P \cdot R_P = \omega_F \cdot R_F$$

$$\omega_P \cdot 2R_F = \omega_F \cdot R_F$$

$$\boxed{\omega_P = \frac{\omega_F}{2}}$$

$$2\pi f_P = \frac{2\pi f_F}{2}$$

$$\boxed{f_P = \frac{f_F}{2}}$$

T.189 **Resposta:** b

$f_{\text{dianteira}} \cdot R_{\text{dianteira}} = f_{\text{traseira}} \cdot R_{\text{traseira}}$

$$\frac{R_{\text{dianteira}}}{T_{\text{dianteira}}} = \frac{R_{\text{traseira}}}{T_{\text{traseira}}}$$

$$\frac{24}{1} = \frac{16}{T_{\text{traseira}}} \Rightarrow T_{\text{traseira}} = \frac{16}{24} \Rightarrow \boxed{T_{\text{traseira}} = \frac{2}{3} \text{ s}}$$

T.190 **Resposta:** e

Os pontos Y e Z giram juntos, em torno de um mesmo eixo de rotação, descrevendo ângulos iguais em intervalos de tempo iguais. Portanto, Y e Z têm a mesma velocidade angular.

T.191 **Resposta:** c

$$\omega_{\text{catraca}} \cdot R_{\text{catraca}} = \omega_{\text{coroa}} \cdot R_{\text{coroa}} \Rightarrow \omega_{\text{catraca}} = \omega_{\text{coroa}} \cdot \frac{R_{\text{coroa}}}{R_{\text{catraca}}}$$

A máxima velocidade da bicicleta corresponde à máxima velocidade angular da catraca. Para isso, devemos usar o máximo R_{coroa} (R_2) e o mínimo R_{catraca} (R_3).

T.192 **Resposta:** a

A coroa localizada na roda traseira (catraca) deve ter o menor raio e a coroa dianteira, movimentada pelos pedais, deve ter o maior raio.

T.193 **Resposta:** c

$f_{catraca} \cdot R_{catraca} = f_{coroa} \cdot R_{coroa}$

$f_{catraca} \cdot 5 = f_{coroa} \cdot 15$

$f_{catraca} = 3 \cdot f_{coroa}$

Assim, enquanto a coroa dá uma volta, a catraca dá 3 voltas. Nesse intervalo, a distância percorrida pela bicicleta (d) será:

$$d = 3 \times 2\pi R_{roda} \Rightarrow d = 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0{,}40 \Rightarrow \boxed{d = 7{,}2\ \text{m}}$$

T.94 **Resposta:** a

I) Correta.
Cada uma das 2 coroas dianteiras pode ser ligada a cada uma das 5 coroas traseiras. Assim, temos 10 combinações (2 × 5), isto é, 10 marchas.

II) Errada.
A coroa dianteira é a de maior raio e a traseira é a de menor raio.

III) Correta.
A subida íngreme deve ser feita com velocidade reduzida. Para isso, deve-se acionar a coroa dianteira de menor raio e a coroa traseira de maior raio.

T.195 **Resposta:** b

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \alpha = \frac{8{,}0 - 6{,}0}{2{,}0} \Rightarrow \alpha = 1{,}0\ \text{m/s}^2$$

$$\gamma = \frac{\alpha}{R} \Rightarrow \gamma = \frac{1{,}0}{0{,}20} \Rightarrow \boxed{\gamma = 5{,}0\ \text{rad/s}^2}$$

T.196 **Resposta:** b

O deslocamento angular do disco nas 10 revoluções é:

$$\Delta\varphi = 10 \cdot 2\pi \Rightarrow \Delta\varphi = 20\pi\ \text{rad}$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow (20)^2 = 0 + 2\gamma \cdot 20\pi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{(20)^2}{2 \cdot 20 \cdot \pi} \Rightarrow \gamma = \frac{10}{\pi} \Rightarrow \boxed{\gamma \simeq 3{,}2\ \text{rad/s}^2}$$

T.197 **Resposta:** d

A velocidade máxima do projétil corresponde ao ponto *A* ser atravessado num intervalo de tempo igual à metade do período:

$$f = 120 \text{ rpm} \Rightarrow f = \frac{120}{60} \text{ Hz} \Rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

Logo: $\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{1}{4}$ s

No intervalo de tempo $\Delta t = \frac{1}{4}$ s, o projétil percorre o diâmetro da esfera ($\Delta s = 2 \cdot R = 10$ m).

Logo, a velocidade do projétil é dada por:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{10}{\frac{1}{4}} \Rightarrow \boxed{v = 40 \text{ m/s}}$$

T.198 **Resposta:** c

Sendo *T* o período de rotação do disco, concluímos que o intervalo de tempo para que a esfera percorra o segmento $\overline{BC}$ é:

$$\Delta t = T + \frac{1}{2}T \Rightarrow \Delta t = \frac{3T}{2}$$

Sendo $\Delta t = 6$ s, temos: $6 = \frac{3T}{2} \Rightarrow \boxed{T = 4 \text{ s}}$

T.199 **Resposta:** d

a) Errada.

$$v_B = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow 3\pi = \omega_B \cdot 6 \Rightarrow \omega_B = \frac{\pi}{2} \text{rad/s}$$

b) Errada.

$$v_A = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow v_A = 2\pi f_A \cdot R_A \Rightarrow 2\pi = 2\pi f \cdot 6 \Rightarrow f = \frac{1}{6} \text{ Hz}$$

c) Errada.

$$\omega_B = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow T_B = 4\text{s}$$

d) Correta.
Vamos resolver por velocidade relativa. A velocidade de *B* em relação a *A* vale: $v_{rel} = v_B - v_A = 3\pi$ m/s $- 2\pi$ m/s $= \pi$ m/s. Portanto, em relação a *A*, o carro *B* se movimenta com velocidade π m/s. *B* encontra *A* após percorrer $2\pi R$.
Logo: $\Delta s_{rel} = v_{rel} \cdot \Delta t$

$$2\pi \cdot 6 = \pi \cdot \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta t = 12 \text{ s}}$$

e) Errada.
$v_{rel} = \pi$ m/s

T.200 **Resposta:** e
Sendo 3 s e 7 s, respectivamente, os períodos das partículas, elas voltarão ao ponto de partida nos instantes:
Partícula (1): 3 s 6 s 9 s 12 s 15 s 18 s **21 s** 24 s ...
Partícula (2): 7 s 14 s **21 s** 28 s 35 s ...
Da tabela acima concluímos que as partículas estarão novamente juntas, na posição de partida, no instante 21 s. Observe que 21 é o mínimo múltiplo comum de 3 e 7.

T.201 **Resposta:** c
Um modo de resolver esse exercício é por velocidade angular relativa.
A velocidade angular da formiga é $\omega_F = 2\pi$ rad/min. O período do ponteiro dos segundos é $T_s = 1$ min e sua velocidade angular é:

$$\omega_s = \frac{2\pi}{T_s} \Rightarrow \omega_s = \frac{2\pi}{1} \Rightarrow \omega_s = 2\pi \text{ rad/min}$$

Em relação ao ponteiro, a formiga desloca-se com velocidade relativa:
$\omega_{rel.} = \omega_F + \omega_s = 4\pi$ rad/min

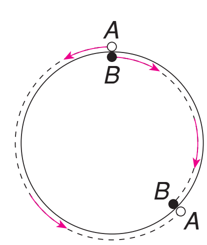
Seu período será: $\omega_{rel.} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 4\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{2}$ min $= 30$ s

Logo, em 60 s a formiga dá duas voltas e encontra o ponteiro duas vezes.

T.202 **Resposta:** b
Calculemos, inicialmente, o intervalo de tempo necessário para ocorrer o 1º encontro:

$$\varphi_A = \omega_A \cdot t = 2\pi f_A \cdot t \Rightarrow \varphi_A = 2\pi \cdot \frac{1}{3} \cdot t$$

$$\varphi_B = \omega_B \cdot t = 2\pi f_B \cdot t \Rightarrow \varphi_B = 2\pi \cdot \frac{1}{4} \cdot t$$



No 1º encontro, temos:

$$\varphi_A + \varphi_B = 2\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{3}t + \frac{2\pi}{4}t = 2\pi \Rightarrow \frac{t}{3} + \frac{t}{4} = 1 \Rightarrow t = \frac{12}{7}\ \text{min}$$

Em 1 h, isto é, 60 min, teremos n encontros, dado por:

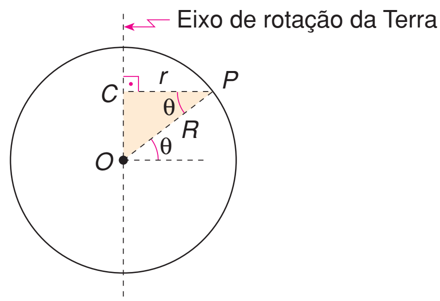
$$n = \frac{60}{\left(\frac{12}{7}\right)} \Rightarrow \boxed{n = 35 \text{ encontros}}$$

T.203 **Resposta:** d

O ponto P, que está em uma latitude θ, realiza um MCU de centro C, com velocidade angular ω. O raio r da trajetória e dado por $r = R \cdot \cos\theta$.

Portanto, $a = a_{cp} = \omega^2 \cdot r$

$$\boxed{a = a_{cp} = \omega^2 \cdot R \cdot \cos\theta}$$



T.204 **Resposta:** a

Trata-se do princípio da inércia ou primeira lei de Newton.

T.205 **Resposta:** d

Pela equação de Torricelli, temos:

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

$(30)^2 = (10)^2 + 2\alpha \cdot 100$

$\alpha = 4{,}0\ \text{m/s}^2$

Aplicando o PFD e considerando $a = |\alpha| = 4{,}0\ \text{m/s}^2$, vem:

$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 500 \cdot 4{,}0 \Rightarrow \boxed{F_R = 2{,}0 \cdot 10^3\ \text{N}}$

T.206 **Resposta:** d

Comparando $s = 5{,}0 + 3{,}0t + 7{,}0t^2$ com $s = s_0 + v_0t + \frac{\alpha t^2}{2}$, temos

$\alpha = 14\ \text{m/s}^2$. Portanto: $a = \alpha = 14\ \text{m/s}^2$

$$F_R = ma \Rightarrow F_R = 2{,}0 \cdot 14 \Rightarrow \boxed{F_R = 28\ \text{N}}$$

T.207 **Resposta:** e

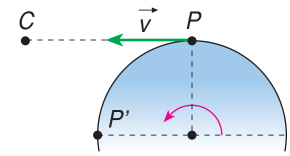
O peso de um corpo é a força de atração que a Terra exerce no corpo. Sua intensidade é dada por $P = mg$, em que m é a massa do corpo e g, a aceleração da gravidade local.

T.208 **Resposta:** d

$P = mg \Rightarrow 1 = m \cdot 10 \Rightarrow m = 0{,}1\ \text{kg} \Rightarrow m = 100\ \text{g}$

Logo, 1 N tem a ordem de grandeza do peso de uma xicrinha de café.

T.209 **Resposta:** c



Antes de a gravidade ser "desligada", Calvin realiza um movimento circular em torno do eixo da Terra. Na posição *P* sua velocidade é tangente à trajetória e tem o sentido da rotação da Terra.

"Desligando-se" a gravidade, Calvin fica livre da ação de forças e, por inércia, passa a realizar movimento retilíneo e uniforme.

Nessas condições, horas mais tarde, Calvin estará na posição indicada em c.

T.210 **Resposta:** e

Ao ejetar os gases em combustão num sentido, a nave movimenta-se em sentido oposto, o que se explica pelo princípio da ação e reação.

T.211 **Resposta:** d

A força do Sol sobre a Terra e a força da Terra sobre o Sol têm mesma intensidade e mesma direção, de acordo com o princípio da ação e reação.

T.212 **Resposta:** b

As forças de ação e reação estão aplicadas em corpos distintos e não se equilibram. Logo, a pessoa poderá mover o caixote.

T.213 **Resposta:** e

(1) → princípio da ação e reação, isto é, *C*

(2) → princípio da inércia, isto é, *A*

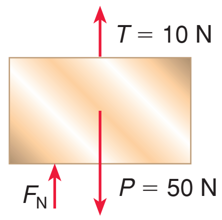
(3) → princípio fundamental da dinâmica, isto é, *B*

T.214 **Resposta:** c

As forças sobre Garfield são: seu peso $\vec{P}$ e a força da balança $\vec{F}$. Estando em equilíbrio, temos $P = F$. Mas a força que Garfield exerce sobre a balança (150 N) tem a mesma intensidade da força da balança sobre ele. Logo: $P = F = 150$ N, isto é, I e II estão corretas. A afirmação III está errada, pois a reação do peso é uma força aplicada no centro da Terra.

T.215 **Resposta:** d

As forças que agem na caixa são:



No equilíbrio, temos:

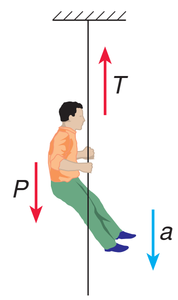
$T + F_N = P \Rightarrow 10 + F_N = 50 \Rightarrow \boxed{F_N = 40 \text{ N}}$

T.216 **Resposta:** d

$P - T = ma$

$400 - 300 = 40 \cdot a$

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



T.217 **Resposta:** a

PFD (A): $F = m_A \cdot a$ ①

PFD ($A + B$): $F = (m_A + m_B) \cdot \dfrac{a}{4}$ ②

De ① e ②:

$$m_A \cdot a = (m_A + m_B) \cdot \frac{a}{4}$$

$$m_A = \frac{m_A}{4} + \frac{m_B}{4}$$

$$\frac{3m_A}{4} = \frac{m_B}{4}$$

$$\boxed{\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3}}$$

T.218 **Resposta:** e

Sistema $A + B$: $F_R = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow 90 = (5 + 10) \cdot a \Rightarrow a = 6{,}0\ \text{m/s}^2$

Corpo A: $F_{R(A)} = m_A \cdot a \Rightarrow F_{R(A)} = 5 \cdot 6{,}0 \Rightarrow \boxed{F_{R(A)} = 30\ \text{N}}$

Corpo B: $F_{R(B)} = m_B \cdot a \Rightarrow F_{R(B)} = 10 \cdot 6{,}0 \Rightarrow \boxed{F_{R(B)} = 60\ \text{N}}$

T.219 **Resposta:** d

Para as duas situações, temos:

$$F = (M + m) \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{(M + m)}$$

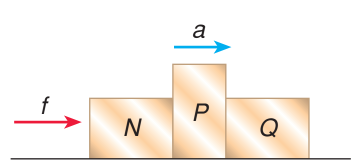
Isto é, os blocos adquirem em ambas situações a mesma aceleração.

Na situação 1, temos: $f_1 = m \cdot a \Rightarrow f_1 = m \cdot \dfrac{F}{(M + m)}$

Na situação 2, vem: $f_2 = M \cdot a \Rightarrow f_2 = M \cdot \dfrac{F}{(M + m)}$

Se $m < M$, então $f_1 < f_2$, não importando a magnitude da aceleração atingida pelos blocos.

T.220 **Resposta:** d



$F_R = ma$

Sistema $N + P + Q$:

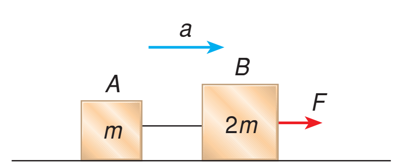
$f = (m_N + m_P + m_Q) \cdot a$

$f = (3{,}0 + 3{,}0 + 3{,}0) \cdot 2{,}0$

$\boxed{f = 18\ \text{N}}$

T.221 **Resposta:** b

Figura 1



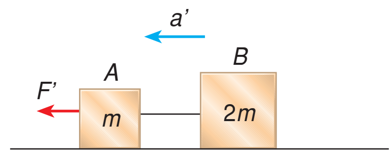
PFD $(A + B)$:

$$F = (m + 2m) \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{3m}$$

PFD (A):

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

Figura 2



PFD ($A + B$):

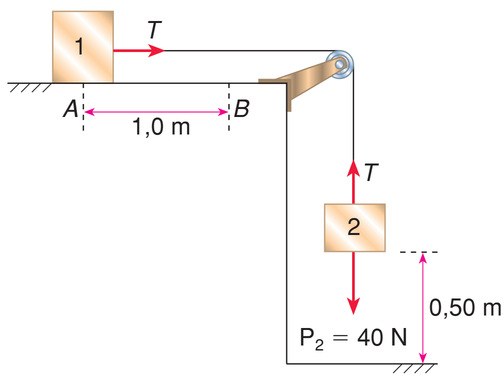
$$F' = (m + 2m) \cdot a' \Rightarrow a' = \frac{F'}{3m}$$

PFD (B):

$$T' = 2m \cdot a \Rightarrow T' = 2m \cdot \frac{F'}{3m} \Rightarrow T' = \frac{2F'}{3}$$

Para $T = T'$, resulta: $\frac{F}{3} = \frac{2F'}{3} \Rightarrow \boxed{\frac{F}{F'} = 2}$

T.222 **Resposta:** c



Cálculo da aceleração dos blocos até o bloco 2 atingir o solo:

Bloco 1: $T = 6,0 \cdot a$ ①

Bloco 2: $40 - T = 4,0 \cdot a$ ②

Fazendo ① + ②, temos: $40 = 10 \cdot a \Rightarrow a = 4,0$ m/s

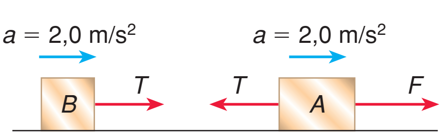
Cálculo da velocidade do bloco 2 ao atingir o solo:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot 4,0 \cdot 0,50 \Rightarrow \boxed{v = 2,0 \text{ m/s}}$$

Os blocos 1 e 2 possuem, em cada instante, a mesma velocidade até o bloco 2 atingir o solo. A partir desse instante, o bloco 1 prossegue por inércia com velocidade de 2,0 m/s passando pelo ponto B com essa velocidade.

T.223 **Respostas:** corretas: 1, 2, 3 e 4

(1) Correta.

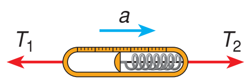


Corpo B: $T = m_B \cdot a \Rightarrow T = 6,0 \cdot 2,0 \Rightarrow \boxed{T = 12 \text{ N}}$

(2) Correta.

Corpo A: $F - T = m_A \cdot a \Rightarrow F - 12 = 4{,}0 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F = 20 \text{ N}}$

(3) Correta.



De $T_2 - T_1 = m_{din.} \cdot a$ e sendo $m_{din.} = 0$, temos: $T_2 = T_1 = T$.

(4) Correta.

$\boxed{T_2 = T_1 = T = 12 \text{ N}}$

T.224 **Resposta:** c

Na situação em que o fio não está esticado, a esfera cai com aceleração igual à aceleração da gravidade.

Pela equação de Torricelli, temos:

$v^2_{final} = v^2_{inicial} + 2\alpha \cdot \Delta s$

$v_0^2 = 0 + 2gH_0$

$v_0 = \sqrt{2gH_0}$ ①

Na situação em que o fio está esticado, pode calcular a aceleração dos corpos aplicando o PFD para o conjunto de corpos:

$$m_0 g = (M + m_0) \cdot a$$

$$m_0 g = (3m_0 + m_0) \cdot a$$

$$a = \frac{g}{4}$$

Novamente, a equação de Torricelli fornece:

$$v^2_{final} = v^2_{inicial} + 2\alpha\Delta s$$

$$v^2 = 0 + 2 \cdot \frac{g}{4} \cdot H_0$$

$$v = \frac{\sqrt{2gH_0}}{2} \quad ②$$

De ① e ② vem: $\boxed{v = \frac{v_0}{2}}$

T.225 **Resposta:** d

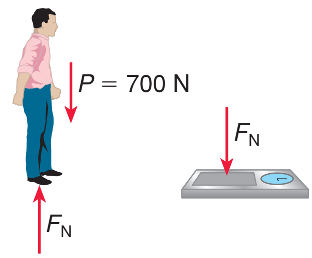
Quando um elevador sobe ou desce em movimento variado, isto é, quando varia a velocidade de um elevador, os pesos de seus passageiros e, consequentemente, os pesos de seus órgãos internos aparentemente variam. Essa variação aparente do peso dos órgãos internos (principalmente na região do estômago) ocasiona uma sensação de desconforto ("friozinho" na barriga).

T.226 **Resposta:** e

I) Correta.

Sobe acelerado: $\vec{v}$ e $\vec{a}$ para cima.

$F_N - P = ma \Rightarrow F_N = P + ma \Rightarrow F_N = 700 + 70 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F_N = 840\ \text{N}}$



II) Correta.

v constante $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow \boxed{F_N = P = 700\ \text{N}}$

III) Correta.

Desce retardado: $\vec{v}$ para baixo e $\vec{a}$ para cima.

$F_N - P = ma \Rightarrow F_N = P + ma \Rightarrow \boxed{F_N = 840\ \text{N}}$

IV) Correta.

$a = g \Rightarrow F_N - P = mg \Rightarrow F_N - P = P \Rightarrow \boxed{F_N = 0}$

V) Correta.

Desce acelerado: $\vec{v}$ e $\vec{a}$ para baixo.

$P - F_N = ma \Rightarrow 700 - F_N = 70 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F_N = 560\ \text{N}}$

T.227 **Resposta:** c

Quando m_1 é mantida sobre a mesa, analisando o equilíbrio de m_2, temos:

$T_1 = m_2 \cdot g \Rightarrow T_1 = 3 \cdot 10 \Rightarrow T_1 = 30$ N.

Para m_1 liberada:

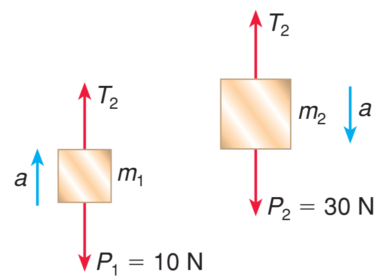
$$F_R = ma$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Em } m_1&: T_2 - P_1 = m_1 \cdot a \quad (1) \\ \text{Em } m_2&: P_2 - T_2 = m_2 \cdot a \quad (2) \end{aligned}\right\} \oplus$$

$$P_2 - P_1 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$30 - 10 = (1 + 3) \cdot a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$



Substituindo (3) em (1): $T_2 - 10 = 1 \cdot 5 \Rightarrow T_2 = 15$ N

Portanto:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{30}{15} \Rightarrow \boxed{\frac{T_1}{T_2} = 2}$$

T.228 **Resposta:** d

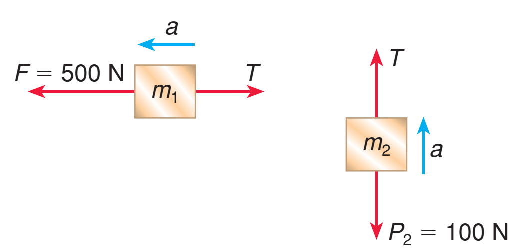
$$F_R = ma$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Em } m_1&: F - T = m_1 \cdot a \quad (1) \\ \text{Em } m_2&: T - P_2 = m_2 \cdot a \quad (2) \end{aligned}\right\} \oplus$$

$$F - P_2 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$500 - 100 = (15 + 10) \cdot a$$

$$\boxed{a = 16 \text{ m/s}^2}$$



Em (2): $T - 100 = 10 \cdot 16 \Rightarrow \boxed{T = 260 \text{ N}}$

T.229 **Resposta:** c

Aplicando a equação fundamental da Dinâmica:

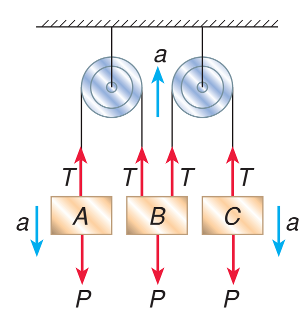
Bloco A: $P - T = ma$ (1)

Bloco B: $2T - P = ma$ (2)

Bloco C: $P - T = ma$ (3)

(1) + (2) + (3):

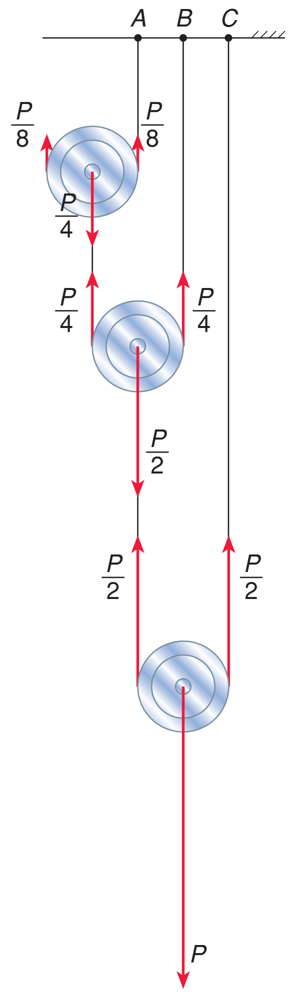
$$P = 3ma \Rightarrow mg = 3ma \Rightarrow \boxed{a = \frac{g}{3}}$$



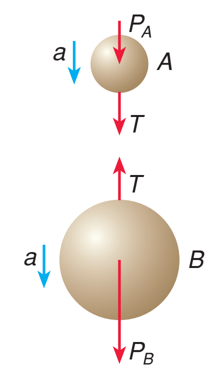
Como a resultou positivo, concluímos que o sentido adotado para a aceleração do corpo B (para cima) é o sentido correto.

T.230 **Resposta:** a

Temos a seguinte distribuição de forças nas polias:



T.231 **Resposta:** a



$$\left.\begin{aligned}\text{Esfera } A:\ & P_A + T = m_A \cdot a \quad ①\\ \text{Esfera } B:\ & P_B - T = m_B \cdot a \quad ②\end{aligned}\right\} \oplus$$

$$P_A + P_B = (m_A + m_B) \cdot a$$

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

$$a = g \quad ③$$

Substituindo ③ em ① ou em ② resulta:

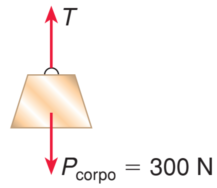
$$\boxed{T = 0}$$

T.232 **Resposta:** c

I) Errada.

Equilíbrio do corpo:

$$\boxed{T = P_{corpo} = 300 \text{ N}}$$



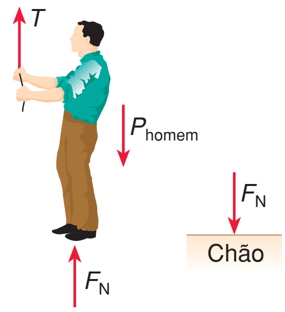
II) Errada.

Equilíbrio do homem:

$T + F_N = P_{homem}$

$300 + F_N = 700$

$$\boxed{F_N = 400 \text{ N}}$$



III) Correta.

T.233 **Resposta:** a

No 1º sistema, temos:

$M_2 \cdot g = (M_1 + M_2) \cdot a_1$

$3M_1 \cdot g = (M_1 + 3M_1) \cdot a_1$

$a_1 = \dfrac{3g}{4}$ ①

No plano inclinado, temos:

$M_2 \cdot g - M_3 \cdot g \cdot \text{sen } 30° = (M_2 + M_3) \cdot a_3$

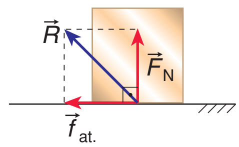
$3M_3 \cdot g - M_3 \cdot g \cdot \dfrac{1}{2} = (3M_3 + M_3) \cdot a_3$

$a_3 = \dfrac{5g}{8}$ ②

De ① e ② resulta: $\boxed{a_1 = \dfrac{6}{5} a_3}$

T.234 **Resposta:** b

A força $\vec{R}$ que a superfície exerce no bloco tem as componentes $\vec{F}_N$ e $\vec{f}_{at.}$:

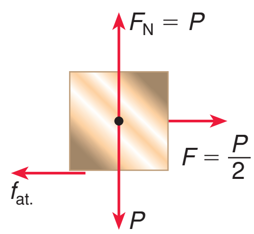


T.235 **Resposta:** soma = 6 (02 + 04)

(01) Errada. Sendo um MRU, a força resultante é nula.

(02) Correta.

$$\text{MRU: } f_{at.} = F \Rightarrow \mu_d \cdot F_N = F \Rightarrow \mu_d \cdot P = \frac{P}{2} \Rightarrow \mu_d = 0{,}5$$



(04) Correta.

A resultante $\vec{R}$ das forças que o plano aplica no corpo é $\vec{R} = \vec{f}_{at.} + \vec{F}_N$, cuja intensidade é:

$$R = \sqrt{f_{at.}^2 + F_N^2} \Rightarrow R = \sqrt{\left(\frac{P}{2}\right)^2 + P^2} = \sqrt{\frac{5P^2}{4}} \Rightarrow R = \frac{\sqrt{5}}{2}P \Rightarrow R = \frac{\sqrt{5}}{2}mg$$

A força do corpo sobre o plano tem, pelo princípio da ação e reação, a mesma intensidade.

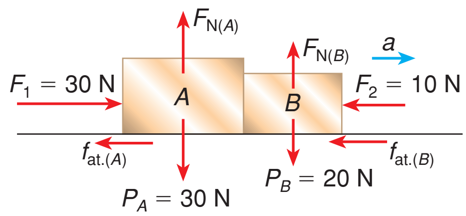
(08) Errada.

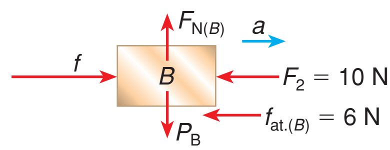
Pois: $f_{at.(máx.)} > f_{at.(d)} = F$

(16) Errada.

O módulo da força de atrito cinético (ou dinâmico) permanece constante.

T.236 **Resposta:** e





$f_{at.(A)} = \mu \cdot F_{N(A)} \Rightarrow f_{at.(A)} = \mu \cdot P_A \Rightarrow f_{at.(A)} = 0{,}3 \cdot 30 \Rightarrow f_{at.(A)} = 9$ N

$f_{at.(B)} = \mu \cdot F_{N(B)} \Rightarrow f_{at.(B)} = \mu \cdot P_B \Rightarrow f_{at.(B)} = 0{,}3 \cdot 20 \Rightarrow f_{at.(B)} = 6$ N

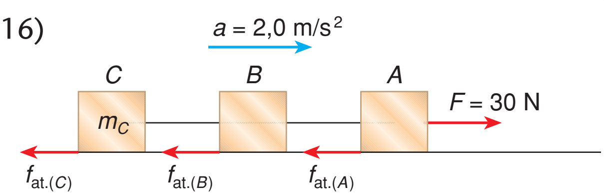
Equação fundamental da Dinâmica para $A + B$:

$F_R = ma \Rightarrow F_1 - f_{at.(A)} - f_{at.(B)} - F_2 = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow 30 - 9 - 6 - 10 = 5 \cdot a \Rightarrow$
$\Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$

Bloco B:

$F_R = ma \Rightarrow f - F_2 - f_{at.(B)} = m_B \cdot a \Rightarrow f - 10 - 6 = 2 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{f = 18 \text{ N}}$

T.237 **Resposta:** soma = 22 (02 + 04 + 16)



$m_B = 2{,}0$ kg e $m_A = 4{,}0$ kg

01) Errada.

PFD ($A + B + C$)

$F - f_{at.(A)} - f_{at.(B)} - f_{at.(C)} = (m_A + m_B + m_C) \cdot a$ ①

Sendo: $f_{at.(A)} = \mu \cdot m_A \cdot g = 0{,}10 \cdot 4{,}0 \cdot 10 \Rightarrow f_{at.(A)} = 4{,}0$ N

$f_{at.(B)} = \mu \cdot m_B \cdot g = 0{,}10 \cdot 2{,}0 \cdot 10 \Rightarrow f_{at.(B)} = 2{,}0$ N

$f_{at.(C)} = \mu \cdot m_C g = 0{,}1 \cdot m_C \cdot 10 \Rightarrow f_{at.(C)} = m_C$ (N)

Em ①, vem:

$30 - 4{,}0 - 2{,}0 - m_C = (4{,}0 + 2{,}0 + m_C) \cdot 2{,}0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 24 - m_C = 12 + 2m_C \Rightarrow \boxed{m_C = 4{,}0 \text{ kg}}$

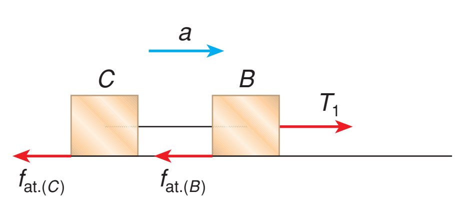
02) Correta.

PFD ($B + C$)

$T_1 - f_{at.(B)} - f_{at.(C)} = (m_B + m_C) \cdot a$

$T_1 - 2{,}0 - 4{,}0 = (2{,}0 + 4{,}0) \cdot 2{,}0$

$\boxed{T_1 = 18 \text{ N}}$



04) Correta.

$$\boxed{f_{at.(A)} = 4{,}0\ \text{N}}$$

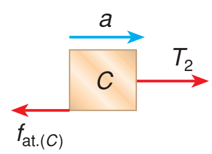
08) Errada.

PFD (C)

$T_2 - f_{at.(C)} = m_C \cdot a$

$T_2 - 4{,}0 = 4{,}0 \cdot 2{,}0$

$$\boxed{T_2 = 12\ \text{N}}$$



16) Correta.

$F_{R(B)} = m_B \cdot a \Rightarrow F_{R(B)} = 2{,}0 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F_{R(B)} = 4{,}0\ \text{N}}$

T.238 **Resposta:** d

$$F_R = ma$$

Corpo A: $T - \mu \cdot mg = ma$ ①

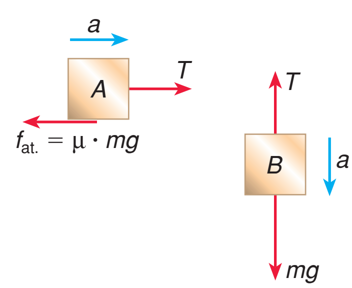
Corpo B: $mg - T = ma$ ②

$mg - \mu \cdot mg = 2ma$

$g - \mu \cdot g = 2 \cdot a$

$10 - 0{,}2 \cdot 10 = 2 \cdot a$

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



T.239 **Resposta:** e

Como os blocos se deslocam em MRU, temos:

Bloco A:

$T = f_{at.}$ ①

Bloco B:

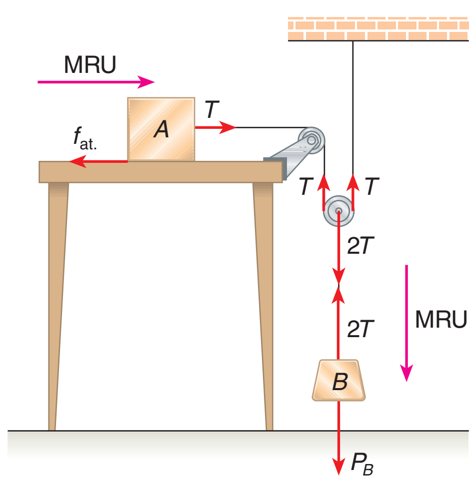
$2T = P_B$ ②

De ① e ②:

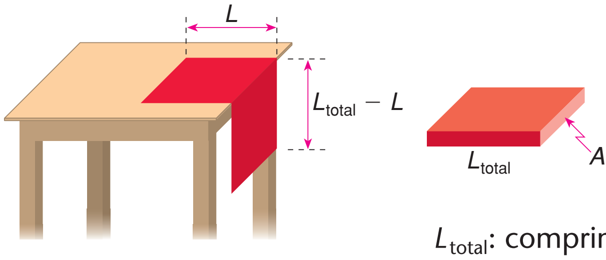
$$f_{at.} = \frac{P_B}{2}$$

$$\mu \cdot m_A \cdot g = \frac{m_B \cdot g}{2}$$

$$\boxed{\mu = \frac{m_B}{2m_A}}$$



T.240 **Resposta:** a



L_{total}: comprimento total do pano

$L_{total} - L$: comprimento da parte pendente

A massa do pano é proporcional ao comprimento:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V \Rightarrow m = \underbrace{d}_{\text{Densidade}} \cdot \underbrace{A}_{\text{Área da secção transversal}} \cdot L_{total} \Rightarrow m = K \cdot L_{total}$$

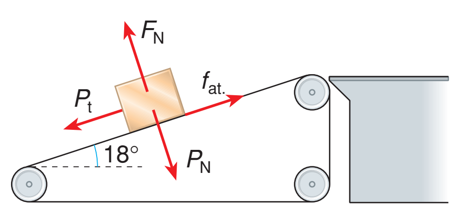
No equilíbrio temos: $F_{at.}$ = peso pendente

Logo:

$\mu \cdot K \cdot L \cdot g = K \cdot (L_{total} - L) \cdot g \Rightarrow \mu \cdot L = L_{total} - L \Rightarrow (1 + \mu) \cdot L = L_{total} \Rightarrow$

$$\Rightarrow L = \frac{L_{total}}{1 + \mu} \Rightarrow L = \frac{60}{1 + 0,5} \Rightarrow \boxed{L = 40 \text{ cm}}$$

T.241 **Resposta:** c



Sendo a velocidade constante, temos:

$f_{at.} = P_t$

$f_{at.} = P \cdot \text{sen } 18°$ ①

O menor valor do coeficiente de atrito estático corresponde ao bloco na iminência de escorregar ao longo da esteira. Nessas condições, vem:

$f_{at.} = \mu \cdot F_N \Rightarrow f_{at.} = \mu_{mín.} \cdot P \cdot \cos 18°$ ②

De ① e ②:

$\mu_{mín.} \cdot P \cdot \cos 18° = P \text{ sen } 18°$

$\mu_{mín.} = \text{tg } 18°$

$\boxed{\mu_{mín.} = 0,325}$

T.242 **Resposta:** e

Com os dados do problema, podemos calcular a aceleração do bloco.

$v_B^2 = v_A^2 + 2a\Delta s \Rightarrow 3^2 = 2^2 + 2 \cdot a \cdot 1 \Rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$

Mas, $a = g \cdot (\text{sen } \theta - \mu \cdot \cos \theta)$, conforme exercício anterior.

Portanto:

$$2{,}5 = 10 \cdot (\text{sen } 60° - \mu \cdot \cos 60°) \Rightarrow 0{,}25 = \frac{\sqrt{3}}{2} - \mu \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\mu = \sqrt{3} - \frac{1}{2}}$$

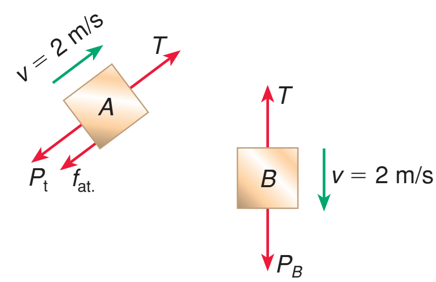
T.243 **Resposta:** a

$F_R = ma \Rightarrow P_t - f_{at.} = ma \Rightarrow P_t - \mu \cdot P_n = ma \Rightarrow$

$\Rightarrow mg \cdot \text{sen } \theta - \mu mg \cdot \cos \theta = ma \Rightarrow \boxed{a = g \cdot (\text{sen } \theta - \mu \cdot \cos \theta)}$

T.244 **Resposta:** d

Como os blocos A e B estão em MRU, temos:



$P_t + f_{at.} = T$ (bloco A)

$T = P_B$ (bloco B)

Logo:

$P_t + f_{at.} = P_B$

$P_t + \mu \cdot P_n = P_B$

$m_A \cdot g \cdot \text{sen } 37° + \mu \cdot m_A \cdot g \cdot \cos 37° = m_B \cdot g$

$m_B = m_A \cdot \text{sen } 37° + \mu \cdot m_A \cos 37°$

$m_B = 5{,}0 \cdot 0{,}60 + 0{,}50 \cdot 5{,}0 \cdot 0{,}80$

$\boxed{m_B = 5{,}0 \text{ kg}}$

T.245 **Resposta:** b

Ao atingir velocidade constante a força de resistência do ar e o peso se anulam.

Assim $R = P$.

Mas, $R = \text{k} \cdot A \cdot v^2$. Logo: $\text{k}Av^2 = P$

Na 1ª fase: $\text{k} \cdot A \cdot v_1^2 = P$ ①

Na 2ª fase: $\text{k} \cdot 100 \cdot A \cdot v_2^2 = P$ ②

De ① e ②:

$$\text{k} \cdot A \cdot v_1^2 = \text{k} \cdot 100 \cdot A \cdot v_2^2$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{1}{100}$$

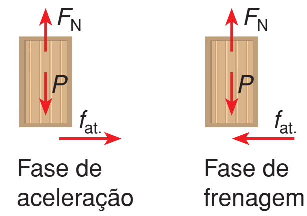
$$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = 0{,}1}$$

T.246 **Resposta:** a

Vamos calcular a aceleração que o caminhão deve ter para que as caixas fiquem na iminência de escorregar:

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

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



Se o caminhão acelerar ou frear com aceleração superior a 1,0 m/s², as caixas escorregam.

Do gráfico, temos na *fase de aceleração*:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{30\ m/s}{20\ s} \Rightarrow a = 1{,}5\ m/s^2 > 1{,}0\ m/s^2$$

Logo, **as caixas escorregam para trás**, em relação ao caminhão.

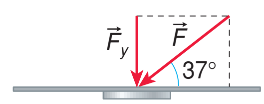
Fase de frenagem:

$$a = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{30\ m/s}{40\ s} \Rightarrow a = 0{,}75\ m/s^2 < 1{,}0\ m/s^2$$

Logo, as caixas **permanecem na posição** que adquiriram após a fase de aceleração.

T.247 **Resposta:** d

Seja $\vec{F}_y$ o vetor componente da força $\vec{F}$, perpendicular ao prato da balança:



$$F_y = F \cdot \text{sen } 37°$$
$$F_y = 5{,}0 \cdot 0{,}60$$
$$F_y = 3{,}0\ N$$

O aumento de peso $\Delta P = \Delta m \cdot g$ corresponde ao efeito produzido por F_y:

$$\Delta m \cdot g = F_y$$
$$\Delta m \cdot 10 = 3{,}0$$
$$\Delta m = 0{,}3\ kg$$

A indicação da balança será:

$$m = 1{,}5 + 0{,}3$$
$$\boxed{m = 1{,}8\ kg}$$

T.248 **Resposta:** soma = 41(01 + 08 + 32)

01. Correta.

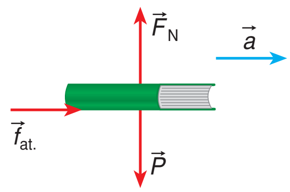
Se o livro se desloca com velocidade constante, ele não tem a tendência de escorregar. Logo, a força de atrito é nula. No livro agem o peso e a força normal.

02. Errada.

$f_{at.} = 0$, pois v é constante.

04. Errada.

As forças que agem no livro são: o peso $\vec{P}$ e a força $\vec{R}$ da mesa, cujas componentes são a força normal $\vec{F}_N$ e a força de atrito $\vec{f}_{at.}$:



08. Correta.

É a força de atrito que acelera o livro: $f_{at.} = m_{livro} \cdot a$

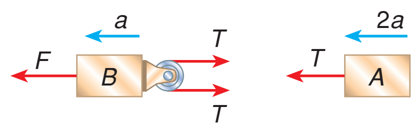
16. Errada.

$f_{at.} = m_{livro} \cdot a < F$

32. Correta.

O livro tende a escorregar para trás e recebe, da mesa, uma força de atrito para a frente, isto é, da esquerda para a direita.

T.249 **Resposta:** b



$F_R = ma$

Bloco A: $T = m_A \cdot 2a$ ①

Bloco B: $F - 2T = m_B \cdot a$ ②

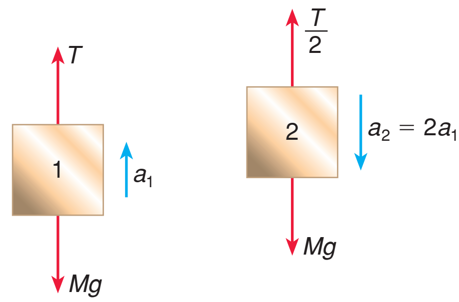
De ①: $T = 4{,}0 \cdot 2a \Rightarrow T = 8{,}0 \cdot a$ ③

De ②: $36 - 2T = 2{,}0 \cdot a$ ④

Substituindo ③ em ④: $36 - 2 \cdot 8{,}0a = 2{,}0a \Rightarrow a = 2{,}0\ m/s^2$

Em ③: $T = 8{,}0 \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{T = 16\ N}$

T.250 **Resposta:** d



$F_R = ma$

Bloco 1: $T - Mg = M \cdot a_1$ ①

Bloco 2: $Mg - \frac{T}{2} = M \cdot 2a_1$ ②

Fazendo ① + 2 × ②, temos:

$$Mg = 5Ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{g}{5} \Rightarrow \boxed{a_1 = 2\ \text{m/s}^2\ \text{(para cima)}}$$

e

$$a_2 = 2a_1 \Rightarrow a_2 = 2 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{a_2 = 4\ \text{m/s}^2\ \text{(para baixo)}}$$

T.251 **Resposta:** e

Sendo M muito maior que m, concluímos que M cai praticamente com aceleração g. Nessas condições, m sobe com aceleração g. A equação fundamental da Dinâmica aplicada a m fornece:

$$T - mg = ma \Rightarrow T - mg \simeq mg \Rightarrow \boxed{T \simeq 2mg}$$

T.252 **Resposta:** a

Como não existe atrito, ao se cortar o fio f o bloco A não será arrastado e, portanto:

$$\boxed{a_A = 0}$$

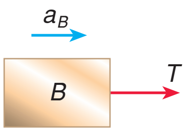
$$F_R = ma$$

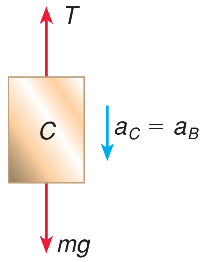
Corpo B: $T = m \cdot a_B$ ①

Corpo C: $mg - T = m \cdot a_B$ ② ⊕

$$mg = 2ma_B$$

$$\boxed{a_B = a_C = \frac{g}{2}}$$





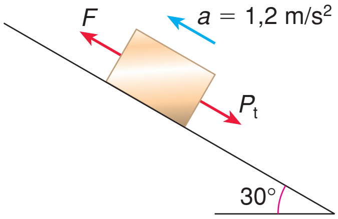
T.253 **Resposta:** a

(I) $F - P_t = ma$

$F - P \cdot \text{sen } 30° = ma$

$F - 500 \cdot 0,5 = 50 \cdot 1,2$

$$\boxed{F = 310\ \text{N}\quad \text{(para cima)}}$$

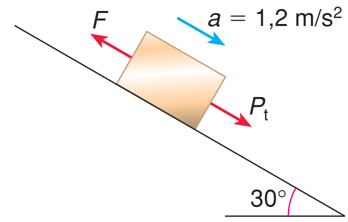


(II) $P_t - F = ma$

$P \cdot \text{sen } 30° - F = ma$

$500 \cdot 0,5 - F = 50 \cdot 1,2$

$\boxed{F = 190 \text{ N}}$



Como F resultou positivo, concluímos que o sentido adotado para $\vec{F}$ é o correto, isto é, para cima.

T.254 **Resposta:** e

A força exercida pelo plano inclinado no bloco é vertical e para cima a fim de anular o peso do bloco, uma vez que ele se encontra em equilíbrio.

T.255 **Resposta:** a

$F = m\omega^2 R$ ①

$F' = m\omega^2 \cdot 2R$ ②

De ① e ②, temos: $\boxed{F' = 2F}$

T.256 **Resposta:** b

$F = m\dfrac{v^2}{R}$ ①

$F' = m\dfrac{v^2}{2R}$ ②

De ① e ②, temos: $\boxed{F' = \dfrac{F}{2}}$

T.257 **Resposta:** d

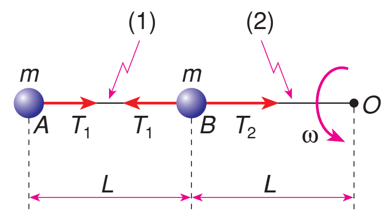
Se o corpo efetua 60 voltas em 1 min, isto é, em 60 s, concluímos que em 1 s efetua uma volta e sua frequência é $f = 1$ Hz.

Portanto:

$F_{cp} = ma_{cp} \Rightarrow T = m\omega^2 R \Rightarrow T = m \cdot (2\pi f)^2 \cdot R \Rightarrow T = 1{,}0 \cdot 4\pi^2 \cdot (1{,}0)^2 \cdot 1{,}0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T = 4 \cdot (3{,}14)^2 \Rightarrow \boxed{T \simeq 40 \text{ N}}$

T.258 **Resposta:** b



Corpo A:

$F_{cp(A)} = T_1 = m \cdot \omega^2 \cdot 2L$ ①

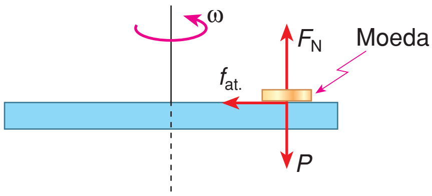
Corpo B:

$F_{cp(B)} = T_2 - T_1 = m\omega^2 \cdot L$ ②

Substituindo ① em ②, temos: $T_2 - m\omega^2 2L = m\omega^2 L \Rightarrow T_2 = 3m\omega^2 \cdot L$ ③

Dividindo ③ por ①, obtemos: $\boxed{\dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{3}{2}}$

T.259 **Resposta:** a



$f_{at.} = F_{cp}$

$\mu \cdot F_N = m\omega^2 R$

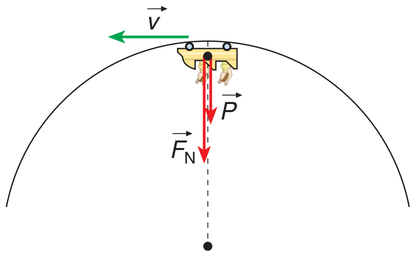
$\mu \cdot mg = m\omega^2 R$

$\mu \cdot g = \omega^2 R$

$0{,}80 \cdot 10 = (2{,}0)^2 \cdot R$

$\boxed{R = 2{,}0 \text{ m}}$

T.260 **Resposta:** d



As forças que agem no carrinho são o peso $\vec{P}$ e a força normal $\vec{F}_N$. A resultante dessas forças é a centrípeta $\vec{F}_{cp}$:

$$\vec{F}_N + \vec{P} = \vec{F}_{cp}:$$

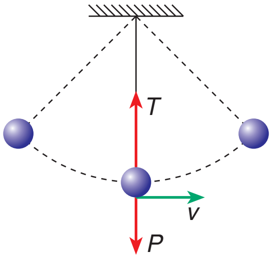
Em módulo, temos: $F_N + P = F_{cp}$

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

Mas $F_N \geqslant 0$ ($F_N = 0$ quando a velocidade no ponto mais alto é mínima). Logo:

$$F_N = F_{cp} - P \geqslant 0 \Rightarrow \boxed{P \leqslant F_{cp}}$$

T.261 **Resposta:** e



$$F_{cp} = m\frac{v^2}{R}$$

$$T - P = m\frac{v^2}{R}$$

$$T - mg = m\frac{v^2}{R}$$

$$T - 2{,}0 \cdot 10 = 2{,}0 \cdot \frac{(2{,}0)^2}{1{,}0}$$

$\boxed{T = 28 \text{ N}}$

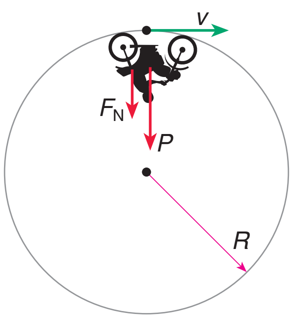
T.262 **Resposta:** c

$F_{cp} = ma_{cp}$

$F_N + P = m\dfrac{v^2}{R}$

$F_N + 150 \cdot 10 = 150 \cdot \dfrac{(12)^2}{4}$

$\boxed{F_N = 3.900\ \text{N}}$

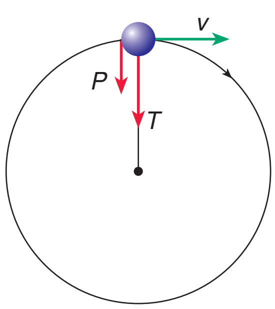


T.263 **Resposta:** b

$F_{cp} = ma_{cp}$

$T + P = m\dfrac{v^2}{R}$

Quando temos $v_{mín.}$, então: $T = 0$



Logo:

$0 + mg = m\dfrac{v^2_{mín.}}{R}$

$v_{mín.} = \sqrt{Rg}$

$v_{mín.} = \sqrt{0,40 \cdot 10}$

$\boxed{v_{mín.} = 2,0\ \text{m/s}}$

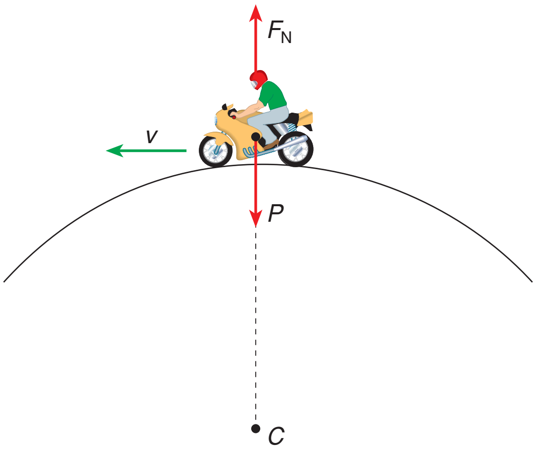
T.264 **Resposta:** e

$P - F_N = F_{cp}$

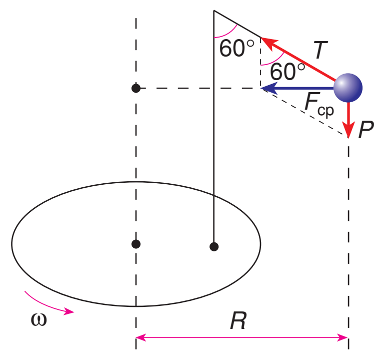
$mg - F_N = m \cdot \dfrac{v^2}{R}$

$F_N = mg - m \cdot \dfrac{v^2}{R}$

Quanto maior for v, menor é o valor de F_N e "mais leve" vai se sentir o motoqueiro.



T.265 **Resposta:** e



$$\text{tg } 60° = \frac{F_{cp}}{P}$$

$$\text{tg } 60° = \frac{m\omega^2 R}{mg}$$

$$\text{tg } 60° = \frac{\omega^2 R}{g}$$

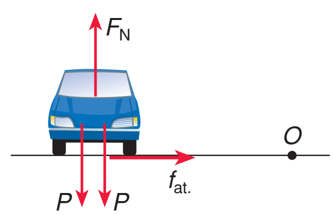
$$\sqrt{3} = \frac{\omega^2 \cdot 0{,}1\sqrt{3}}{10}$$

$$\boxed{\omega = 10 \text{ rad/s}}$$

T.266 **Resposta:** a

As forças que atuam no veículo são o peso P, a força devida ao "efeito asa", igual ao seu peso P, a normal F_N e o atrito $f_{at.}$. A normal F_N é igual a duas vezes o peso e a força de atrito $f_{at.}$ garante a aceleração centrípeta para o veículo fazer a curva.

Logo: $f_{at.} = m\dfrac{v^2}{R}$ ①



v é máximo quando o carro está na iminência de escorregar.

Nessas condições:

$f_{at.} = \mu_e \cdot F_N = \mu_e \cdot 2P \Rightarrow f_{at.} = \mu_e \cdot 2mg$ ②

Substituindo ② em ①, temos:

$$m\frac{(v_{máx.})^2}{R} = \mu_e \cdot 2mg \Rightarrow (v_{máx.})^2 = 2\mu_e \cdot Rg \Rightarrow v_{máx.} = \sqrt{2 \cdot 1{,}25 \cdot 100 \cdot 10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{máx.} = 50 \text{ m/s}}$$

T.267 **Resposta:** soma = 86 (02 + 04 + 16 + 64)

(01) Errada.

A aceleração centrípeta é máxima no ponto mais baixo, onde a velocidade é máxima.

(02) Correta.

$$F_{cp} = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow F_{cp} = 70 \cdot \frac{(150)^2}{450} \Rightarrow F_{cp} = 3.500 \text{ N}$$

$P = mg = 70 \cdot 10 \Rightarrow P = 700$ N

Logo: $F_{cp} = 5P$

(04) Correta.

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \frac{(150)^2}{450} \Rightarrow a_{cp} = 50\ \text{m/s}^2 = 5g$$

(08) Errada.

$$v_{\text{mín.}} = \sqrt{Rg} \Rightarrow v_{\text{mín.}} = \sqrt{450 \cdot 10} \Rightarrow v_{\text{mín.}} = 67{,}08\ \text{m/s} \Rightarrow v_{\text{mín.}} \simeq 241{,}5\ \text{km/h}$$

(16) Correta.

$$F_N - P = ma_{cp} \Rightarrow F_N - 700 = 3.500 \Rightarrow F_N = 4.200\ \text{N}$$

(32) Errada.

(64) Correta.

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \frac{(150)^2}{250} \Rightarrow a_{cp} = 90\ \text{m/s}^2 \Rightarrow a_{cp} = 9g$$

Para $R < 250$ m, temos: $a_{cp} > 9g$

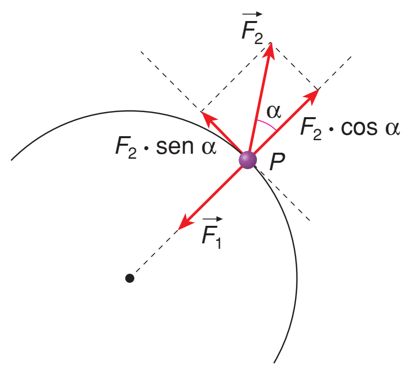
T.268 **Resposta:** c

Resultante centrípeta:

$$F_1 - F_2 \cdot \cos \alpha = m \cdot \frac{v_P^2}{R}$$

Resultante tangencial:

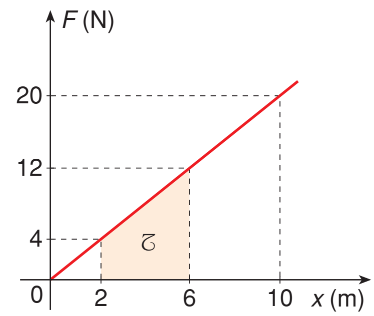
$$F_2 \cdot \text{sen}\ \alpha = m \cdot a_t$$



T.269 **Resposta:** e

De $\mathcal{T} = F \cdot d \cdot \cos\theta$, concluímos que $\mathcal{T} < 0$ quando $\cos\theta < 0$. Isso ocorre quando $90° < \theta \leqslant 180°$.

T.270 **Resposta:** d



Do gráfico: $F = 2x$

Para $x_1 = 2$ m, temos:

$F_1 = 4$ N

Para $x_2 = 6$ m, temos:

$F_2 = 12$ N

Pela área do gráfico, temos:

$$\mathcal{T} = \frac{12 + 4}{2} \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 32\ \text{J}}$$

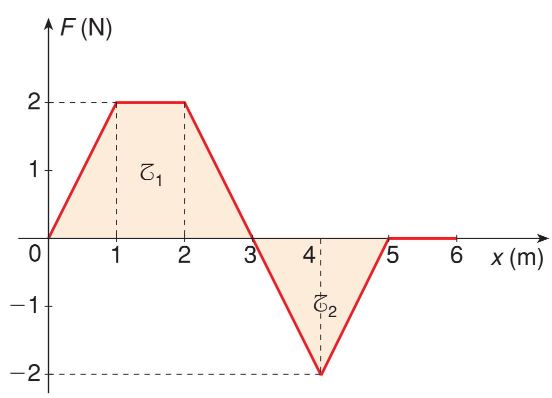
Resolvendo esse exercício pela força média, temos:

$$F_m = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{12 + 4}{2} \Rightarrow F_m = 8\ \text{N}$$

$\Delta s = 6 - 2 \Rightarrow \Delta s = 4$ m

Assim: $\mathcal{T} = F_m \cdot \Delta s \Rightarrow \mathcal{T} = 8 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 32\ \text{J}}$

T.271 **Resposta:** e



Cálculo do trabalho pela área do gráfico:

$$\mathcal{T}_1 = \frac{3 + 1}{2} \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{T}_1 = 4\ \text{J}$$

$$\mathcal{T}_2 = -\frac{2 \cdot 2}{2} \Rightarrow \mathcal{T}_2 = -2\ \text{J}$$

$$\mathcal{T}_R = \mathcal{T}_1 + \mathcal{T}_2 = 4 + (-2)$$

$$\boxed{\mathcal{T}_R = 2\ \text{J}}$$

T.272 **Resposta:** e

Dados: $m = 4{,}0$ kg; $v_0 = 0$; $\Delta s = 15{,}0$ m; $t = 2{,}0$ s

$$\Delta s = \frac{1}{2}\alpha t^2 \Rightarrow 15{,}0 = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot (2{,}0)^2 \Rightarrow \alpha = 7{,}5 \text{ m/s}^2$$

Como $a = |\alpha|$ temos: $a = 7{,}5$ m/s^2

$F = ma = 4{,}0 \cdot 7{,}5 \Rightarrow F = 30$ N

$$\mathcal{T} = F \cdot \Delta s \Rightarrow \mathcal{T} = 30 \cdot 15{,}0 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = 450 \text{ J}}$$

T.273 **Resposta:** d

$$\boxed{\mathcal{T}_P = -|\vec{P}| \cdot h_2}$$

e

$\boxed{\mathcal{T}_{F_N} = 0}$, pois $\vec{F}_N$ é sempre perpendicular à trajetória.

T.274 **Resposta:** a

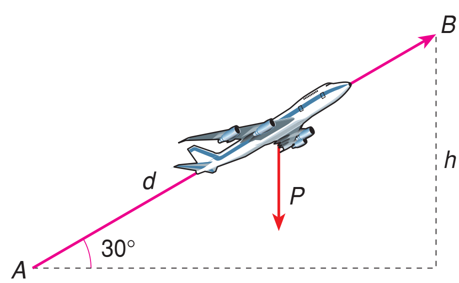
$\mathcal{T}_{AB} = -P \cdot h$

$\mathcal{T}_{AB} = -mg \cdot d \cdot \text{sen } 30°$

$-1{,}5 \cdot 10^8 = -m \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \dfrac{1}{2}$

$m = 10^4$ kg

$\boxed{m = 10 \text{ toneladas}}$



T.275 **Resposta:** c

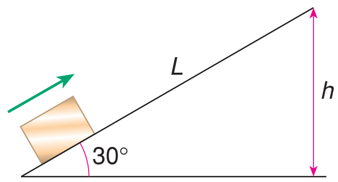
$\boxed{\mathcal{T}_T = 0}$, pois, tendo a direção do fio, a força de tração é sempre perpendicular à trajetória.

T.276 **Resposta:** c

Dados: $P = 1.200$ N; $h = 20$ m; $\Delta t = 12$ s

$$Pot_m = \frac{\mathcal{T}}{\Delta t} = \frac{P \cdot h}{\Delta t} \Rightarrow Pot_m = \frac{1.200 \cdot 20}{12} \Rightarrow \boxed{Pot_m = 2.000 \text{ W}}$$

T.277 **Resposta:** c



Dados: $P = 200$ N; $\Delta t = 1$ min $= 60$ s; $L = 12$ m

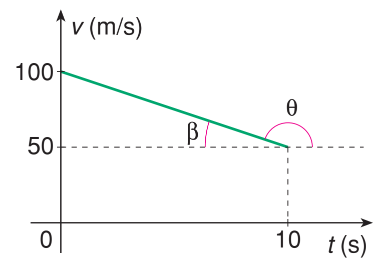
$h = L \cdot \text{sen}\ 30° = 12 \cdot 0{,}5 \Rightarrow h = 6$ m

$\tau = 15 \cdot Ph = 15 \cdot 200 \cdot 6 \Rightarrow \tau = 18.000$ J

Potência fornecida pelo motor:

$$Pot_{\text{motor}} = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{18.000}{60} \Rightarrow \boxed{Pot_{\text{motor}} = 300 \text{ W}}$$

T.278 **Resposta:** a



$$\alpha \overset{N}{=} \text{tg}\ \theta = -\text{tg}\ \beta = -\frac{50}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = -5 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = |\alpha| = 5 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a \Rightarrow F = 2 \cdot 5 \Rightarrow F = 10 \text{ N}$$

Potência média no intervalo 0 a 10 s:

$$Pot_m = F \cdot v_m \Rightarrow Pot_m = 10 \cdot \left(\frac{100 + 50}{2}\right) \Rightarrow \boxed{Pot_m = 750 \text{ W}}$$

Potência no instante $t = 10$ s:

$$Pot = F \cdot v = 10 \cdot 50 \Rightarrow \boxed{Pot = 500 \text{ W}}$$

T.279 **Resposta:** c

Dados: $m = 1{,}0 \cdot 10^4$ kg; $g = 10$ m/s^2; $v = 9$ km/h $= 2{,}5$ m/s; $\theta = 30°$

$F_{\text{motor}} = P_t = P \cdot \text{sen}\ \theta = mg \cdot \text{sen}\ \theta \Rightarrow F_{\text{motor}} = 1{,}0 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 0{,}5 \Rightarrow F_{\text{motor}} = 5{,}0 \cdot 10^4$ N

$$Pot = F_{\text{motor}} \cdot v \Rightarrow Pot = 5{,}0 \cdot 10^4 \cdot 2{,}5 \Rightarrow \boxed{Pot = 1{,}25 \cdot 10^5 \text{ W}}$$

T.280 **Resposta:** c

Dados: $V = 120$ m^3; $\Delta t = 1$ min $= 60$ s; $d = 1{,}00$ g/cm^3 $= 1{,}00 \cdot 10^3$ kg/m^3; $g = 9{,}81$ m/s^2; $h = 10{,}0$ m

$$Pot_{\text{mec.}} = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow Pot_{\text{mec.}} = \frac{mgh}{\Delta t} \Rightarrow Pot_{\text{mec.}} = \frac{dVgh}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Pot_{\text{mec.}} = \frac{1{,}00 \cdot 10^3 \cdot 120 \cdot 9{,}81 \cdot 10{,}0}{60} \Rightarrow Pot_{\text{mec.}} = 196{,}2 \cdot 10^3 \text{ W} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{Pot_{\text{mec.}} = 196{,}2 \text{ kW} \simeq 196 \text{ kW}}$$

T.281 **Resposta:** b

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow E_c = \frac{10 \cdot (20)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_c = 2.000 \text{ joules}}$$

$$E_p = mgh \Rightarrow 2.000 = 10 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow \boxed{h = 20 \text{ metros}}$$

T.282 **Resposta:** a

Dado: $m = 4{,}0$ kg

Pelo teorema da energia cinética, temos:

$$\tau_R = E_c - E_{c(0)}$$

$$\tau_R = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\tau_R = \frac{4{,}0 \cdot (6{,}0)^2}{2} - 0$$

$$\boxed{\tau_R = 72 \text{ J}}$$

T.283 **Resposta:** a

Dados: $m = 100$ t $= 10^5$ kg; $\Delta s = 2.000$ m; $v = 360$ km/h $= 100$ m/s; $v_0 = 0$

$$\tau = E_c - E_{c(0)} = \frac{mv^2}{2} - 0 = \frac{10^5 \cdot (100)^2}{2} \Rightarrow \tau = 5 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\tau = F_m \cdot \Delta s \Rightarrow 5 \cdot 10^8 = F_m \cdot 2 \cdot 10^3 \Rightarrow \boxed{F_m = 2{,}5 \cdot 10^5 \text{ N}}$$

T.284 **Resposta:** e

$$\tau_{f_{at.}} = -f_{at.} \cdot d$$

$$\tau_{f_{at.}} = -\mu mgd$$

$$\tau_{f_{at.}} = -0{,}50 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 5{,}0$$

$$\boxed{\tau_{f_{at.}} = -300 \text{ J}}$$

Aplicando o teorema da energia cinética, temos:

$$\mathcal{T}_R = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

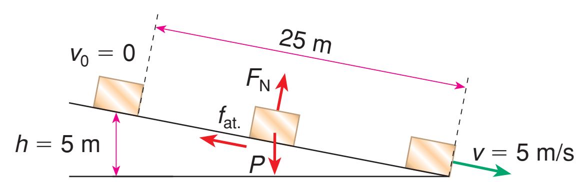
$$-300 = \frac{12 \cdot v^2}{2} - \frac{12 \cdot 10^2}{2}$$

$$v = \sqrt{50}\ \text{m/s}$$

$$\boxed{v = 5\sqrt{2}\ \text{m/s}}$$

T.285 **Resposta:** c

Teorema da energia cinética:



$$\mathcal{T}_R = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\mathcal{T}_{F_N} + \mathcal{T}_P + \mathcal{T}_{f_{at.}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$0 + mgh - f_{at.} \cdot d = \frac{mv^2}{2} - 0$$

$$2 \cdot 10 \cdot 5 - f_{at.} \cdot 25 = \frac{2 \cdot 5^2}{2}$$

$$\boxed{f_{at.} = 3\ \text{N}}$$

T.286 **Resposta:** b

Teorema da energia cinética:

$\mathcal{T}_R = E_{c(B)} - E_{c(A)}$

Como $E_{c(A)} = E_{c(B)}$ (movimento uniforme), temos:

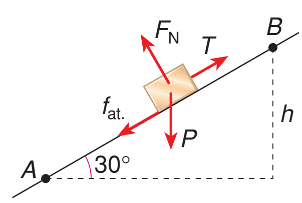
$\mathcal{T}_p + \mathcal{T}_{f_{at.}} + \mathcal{T}_T + \mathcal{T}_{F_N} = 0$

$-mgh + \mathcal{T}_{f_{at.}} + Pot \cdot \Delta t + 0 = 0$

$-100 \cdot 10 \cdot 30 + \mathcal{T}_{f_{at.}} + 500 \cdot 100 = 0$

$\mathcal{T}_{f_{at.}} = -2 \cdot 10^4$ J

$$\boxed{|\mathcal{T}_{f_{at.}}| = 2 \cdot 10^4\ \text{J}}$$



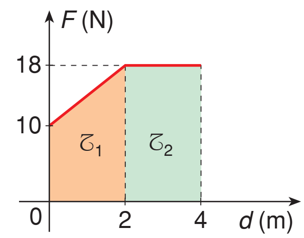
$h = AB \cdot \text{sen } 30° = 60 \cdot \frac{1}{2}$

$h = 30$ m

T.287 **Resposta:** a

Dados: $m = 2$ kg; $v_0 = 0$

Do gráfico, temos:



$$\mathcal{T}_1 = \frac{18 + 10}{2} \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{T}_1 = 28 \text{ J}$$

$$\mathcal{T}_2 = 18 \cdot 2 \Rightarrow \mathcal{T}_2 = 36 \text{ J}$$

O trabalho total ($\mathcal{T}_T$) é igual a:

$$\mathcal{T}_T = \mathcal{T}_1 + \mathcal{T}_2 = 28 + 36$$

$$\mathcal{T}_T = 64 \text{ J}$$

$$\mathcal{T}_T = E_c - E_{c(0)} = \frac{mv^2}{2} - 0$$

$$\mathcal{T}_T = \frac{mv^2}{2} - 0$$

$$64 = \frac{2 \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 64$$

$$\boxed{v = 8 \text{ m/s}}$$

T.288 **Resposta:** e

Dado: $\mathcal{T} = 100 \text{ kWh} = 3{,}6 \cdot 10^8 \text{ J}$

$$\mathcal{T} = mgh$$

$$\mathcal{T} = dVgh$$

$$3{,}6 \cdot 10^8 = 10^3 \cdot V \cdot 10 \cdot 10^2$$

$$V = 360 \text{ m}^3$$

$$\boxed{V = 360.000\ \ell}$$

T.289 **Resposta:** b

A energia mecânica da atleta no instante de partida (velocidade v_0) é dada por:

$$E_{mec.} = E_{p(0)} + E_{c(0)}$$

Como $E_{p(0)} = 0$, vem:

$$E_{mec.} = E_{c(0)} \Rightarrow \boxed{E_{mec.} = \frac{mv_0^2}{2}}$$

Como não há dissipação a considerar, a energia mecânica se conserva, apresentando o mesmo valor $\left(\frac{mv_0^2}{2}\right)$ em qualquer posição da atleta.

T.290 **Resposta:** e

Como o sistema é conservativo, a energia mecânica se conserva nas três situações:

$E_{c(1)} = E_P$; $E_{c(2)} = E_P$; $E_{c(3)} = E_P$

Portanto: $E_{c(1)} = E_{c(2)} = E_{c(3)} \Rightarrow \boxed{v_1 = v_2 = v_3}$

T.291 **Resposta:** d

Dados: $m = 0,5$ kg; $v_0 = 10$ m/s; $g = 10$ m/s^2; $h = 2$ m

Energia mecânica da bola:

$E_{mec.} = E_{c(0)} + E_{p(0)}$

$E_{mec.} = \dfrac{mv_0^2}{2} + 0$ (nível de referência no solo)

$E_{mec.} = \dfrac{0,5 \cdot (10)^2}{2}$

$E_{mec.} = 25$ J

No ponto P, temos:

$E_p = mgh \Rightarrow E_p = 0,5 \cdot 10 \cdot 2 \Rightarrow E_p = 10$ J

Mas:

$E_{mec.} = E_c + E_p \Rightarrow 25 = E_c + 10 \Rightarrow \boxed{E_c = 15 \text{ J}}$

T.292 **Resposta:** soma = 63 (01 + 02 + 04 + 08 + 16 + 32)

Dados: $m = 10$ kg; $h = 10$ m; $g = 10$ m/s^2

(01) Correta.

Está de acordo com a conservação da energia mecânica.

$E_P = mgh = 10 \cdot 10 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E_{p(0)} = 1.000 \text{ J}}$ e $\boxed{E_c = 1.000 \text{ J}}$

(02) Correta.

$\mathcal{T} = E_c - E_{c(0)} \Rightarrow \boxed{\mathcal{T} = E_c}$, pois $E_{c(0)} = 0$

(04) Correta.

$v^2 = 2gh = 2 \cdot 10 \cdot 10 = 200 \Rightarrow \boxed{v \simeq 14,14 \text{ m/s}}$

(08) Correta.

A meia altura: $E_c = E_p = \dfrac{mgh}{2} \Rightarrow \boxed{E_c = E_p = 500 \text{ J}}$

(16) Correta.

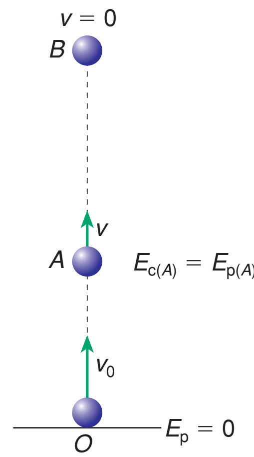
$E_c = \dfrac{mv^2}{2} \Rightarrow 500 = \dfrac{10v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 100 \Rightarrow \boxed{v = 10 \text{ m/s}}$

(32) Correta.

$\mathcal{T} = E_c - E_{c(0)} = E_{p(0)} - E_p$

T.293 **Resposta:** b

Dados: $g = 10\ m/s^2$; $m = 10\ kg$; $v_0 = 36\ km/h = 10\ m/s$



$E_{mec.(0)} = E_{mec.(A)}$

$E_{c(0)} + E_{p(0)} = E_{c(A)} + E_{p(A)}$

Como $E_{p(A)} = E_{c(A)}$ e $E_{p(0)} = 0$, vem:

$E_{c(0)} = 2E_{c(A)}$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2 \cdot \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{v_0^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{(10)^2}{2}$$

$v^2 = 50$

$\boxed{v \simeq 7,1\ m/s}$

T.294 **Resposta:** d

As energias potenciais iniciais de André e Daniel, em relação ao solo, são iguais:

André: $E_{p(A)} = mgh$; Daniel: $E_{p(D)} = 2mg \cdot \dfrac{h}{2} = mgh$

Portanto, André e Daniel terão energias cinéticas iguais ao atingirem o solo. Como suas massas são diferentes, terão módulos de velocidades diferentes:

$$E_{c(A)} = E_{c(D)}$$

$$\frac{m \cdot v_A^2}{2} = \frac{2mv_D^2}{2}$$

$$v_A = \sqrt{2} \cdot v_D$$

T.295 **Resposta:** a

Dados: $h = 40\ cm = 0,4\ m$; $v = 1\ m/s$ (no topo)

Em relação ao solo, temos:

$E_{c(0)} = E_c + E_p$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$v_0^2 = v^2 + 2gh$

$v_0^2 = 1 + 2 \cdot 10 \cdot 0,4 = 9$

$\boxed{v_0 = 3\ m/s}$

T.296 **Resposta:** e

Pela conservação da energia mecânica, temos:

$$E_c = E_{p(0)}$$

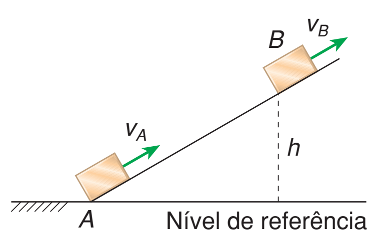
Sendo E_c a energia cinética na base da rampa e $E_{p(0)}$ a energia potencial do jovem no ponto mais alto em relação à base, teremos:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow \boxed{v^2 = 2gh}$$

Para a velocidade de chegada ao fim da rampa dobrar ($v' = 2v$) o desnível deve quadruplicar ($h' = 4h$). Como a inclinação se mantém, o comprimento da rampa também deve quadruplicar. Logo: $\boxed{L' = 4L}$

T.297 **Resposta:** b

Do gráfico para $t = 0{,}4$ s, temos $v_B = 4{,}0$ m/s e para $t = 0$, $v_A = 6{,}0$ m/s.



Conservação da energia mecânica:

$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} + mgh$

$v_A^2 = v_B^2 + 2gh$

$(6{,}0)^2 = (4{,}0)^2 + 2 \cdot 10{,}0 \cdot h$

$\boxed{h = 1{,}0 \text{ m}}$

T.298 **Resposta:** b

Para chegar a *D*, o carrinho tem de ter energia suficiente para chegar a *C*. Adotando o nível de referência no ponto mais baixo, teremos:

$$E_{mec.(A)} = E_{c(A)} + E_{p(A)} = \frac{mv_A^2}{2} + mgh_A$$

$$E_{mec.(C)} = E_{c(C)} + E_{p(C)} = 0 + mgh_C = mgh_C$$

Pela conservação da energia mecânica:

$$E_{mec.(A)} = E_{mec.(C)}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} + mgh_A = mgh_C$$

$$\frac{v_A^2}{2} + gh_A = gh_B$$

Sendo $h_A = 3{,}0$ m; $h_C = 8{,}0$ m e $g = 10$ m/s^2, temos:

$$\frac{v_A^2}{2} + 10 \cdot 3{,}0 = 10 \cdot 8{,}0 \Rightarrow \frac{v_A^2}{2} = 80 - 30 \Rightarrow v_A^2 = 100$$

Portanto, a velocidade mínima será: $\boxed{v_A = 10 \text{ m/s}}$

T.299 **Resposta:** b

Dados: $m = 0{,}30$ kg; $k = 400$ N/m; $x = 20$ cm $= 0{,}20$ m; $g = 10$ m/s^2

A energia potencial elástica armazenada na mola se transforma totalmente em energia potencial gravitacional no ponto mais alto atingido pelo corpo. Adotando o solo como nível de referência, teremos:

$$E_{p(el.)} = \frac{kx^2}{2} = \frac{400 \cdot (0{,}20)^2}{2} \Rightarrow E_{p(el.)} = 8{,}0 \text{ J}$$

$$E_{p(grav.)} = mgh = 0{,}30 \cdot 10h \Rightarrow E_{p(grav.)} = 3{,}0h$$

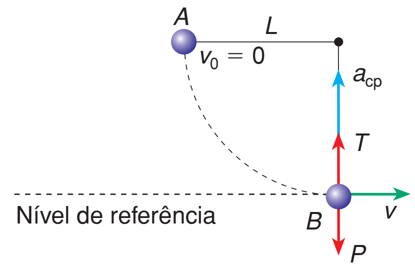
Igualando, temos:

$$E_{p(grav.)} = E_{p(el.)} \Rightarrow 3{,}0h = 8{,}0 \Rightarrow \boxed{h \simeq 2{,}7 \text{ m}}$$

Portanto, o corpo atinge um ponto entre *B* e *C*.

T.300 **Resposta:** a

Pela conservação da energia mecânica, temos:



$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$E_{p(A)} = E_{c(B)}$

$mgL = \dfrac{mv^2}{2}$

$\dfrac{v^2}{L} = 2g$

Cálculo da tração T:

$$T - P = ma_{cp} \Rightarrow T - P = m\frac{v^2}{L} \Rightarrow T - P = m \cdot 2g \Rightarrow T - P = 2P \Rightarrow \boxed{T = 3P}$$

T.301 **Resposta:** b

A velocidade mínima em A (v_A) é a que faz o corpo chegar ao ponto mais alto com velocidade nula ($v = 0$). Observe, nesse caso, que se trata de uma haste rígida, e não de um fio ideal. Tomando o ponto A como nível de referência para energia potencial:

$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$E_{c(A)} = E_{p(B)}$

$\dfrac{mv_A^2}{2} = mg \cdot 2L$

$v_A^2 = 4gL$

Sendo $g = 10$ m/s^2 e $L = 0,4$ m, temos:

$$v_A^2 = 4 \cdot 10 \cdot 0,4 \Rightarrow v_A^2 = 16 \Rightarrow \boxed{v_A = 4 \text{ m/s}}$$

T.302 **Resposta:** b

Pela conservação da energia mecânica, a energia potencial elástica na posição de partida converte-se em energia cinética e em energia potencial gravitacional na posição *P*:

$$\frac{kx^2}{2} = E_{c(p)} + E_{p(p)}$$

$$\frac{kx^2}{2} = E_{mec.(p)}$$

Mas: $E_{c(p)} = 75\% \cdot E_{mec.(p)}$ e $E_{p(p)} = 25\% \cdot E_{mec.(p)}$

Logo:

$$mgh = 0{,}25 \cdot \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$0{,}60 \cdot 10 \cdot 0{,}60 = 0{,}25 \cdot \frac{2.000 \cdot x^2}{2}$$

$$x = 0{,}12 \text{ m}$$

$$\boxed{x = 12 \text{ cm}}$$

T.303 **Resposta:** c

A energia potencial elástica converte-se em energia cinética e a bola é lançada horizontalmente com velocidade v_0:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x$$

Sejam d o alcance e t_q o tempo de queda.

Temos: $d = v_0 \cdot t_q \Rightarrow d = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x \cdot t_q$ ①

Para o primeiro lançamento, $d_1 = 2{,}0$ m e $x_1 = 2{,}0$ cm. Para o segundo lançamento, $d_2 = 3{,}0$ m.

De ①, vem:

$d_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x_1 \cdot t_q$ ②

$d_2 = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x_2 \cdot t_q$ ③

Dividindo ② por ③:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{x_1}{x_2} \Rightarrow \frac{2{,}0 \text{ m}}{3{,}0 \text{ m}} = \frac{2{,}0 \text{ cm}}{x_2} \Rightarrow \boxed{x_2 = 3{,}0 \text{ cm}}$$

T.304 **Resposta:** c

$E_{mec.} = 400$ J

Analisando as alternativas:

a) Em $x = 5$ m, temos: $E_c = 400 \text{ J} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = 400 \Rightarrow v^2 = \frac{800}{m}$

(Não foi fornecida a massa.)

b) Em $x = 10$ m, $E_c = 200$ J; não é possível calcular a velocidade sem saber a massa.

c) Em $x = 15$ m, $E_c = 0$. Como $E_{mec.} = E_c + E_p$, a energia potencial E_p tem seu valor máximo. É a alternativa correta.

d) Em $x = 5$ m, $E_p = 0$, pois $E_c = 400$ J.

e) Em $x = 25$ m, a energia cinética é máxima; o bloco não pode estar parado.

T.305 **Resposta:** c

Como há dissipação, a energia mecânica em *M* é menor que a energia mecânica em *L*.

T.306 **Resposta:** a

Como o sistema é conservativo, a diminuição da energia potencial corresponde a um aumento na energia cinética: $\Delta E_c = -\Delta E_p$

Do gráfico, tiramos: $E_{p(i)} = 18$ J e $E_{p(f)} = 8$ J

Portanto:

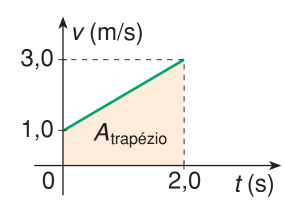
$\Delta E_p = E_{p(f)} - E_{p(i)} = 8 - 18 \Rightarrow \Delta E_p = -10$ J

Assim:

$$\Delta E_c = -\Delta E_p \Rightarrow \Delta E_c = -(-10) \Rightarrow \boxed{\Delta E_c = 10 \text{ J}}$$

T.307 **Resposta:** a

Pela área, no gráfico dado, podemos calcular o desnível *h* entre as posições inicial (*A*) e final (*B*):



$$h = \Delta s \overset{N}{=} A_{trapézio} = \left(\frac{1,0 + 3,0}{2}\right) \cdot 2,0 \Rightarrow h = 4,0 \text{ m}$$

$$E_{mec.(A)} = mgh + \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow E_{mec.(A)} = 4,0 \cdot 10 \cdot 4,0 + \frac{4,0 \cdot 1,0^2}{2} \Rightarrow E_{mec.(A)} = 162 \text{ J}$$

$$E_{mec.(B)} = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow E_{mec.(B)} = \frac{4,0 \cdot 3,0^2}{2} \Rightarrow E_{mec.(B)} = 18 \text{ J}$$

Energia mecânica dissipada:

$$E_{mec.(A)} - E_{mec.(B)} = 162 \text{ J} - 18 \text{ J} = \boxed{144 \text{ J}}$$

T.308 **Resposta:** c

Dados: $m = 0{,}2$ kg; $v_0 = 4$ m/s; $g = 10$ m/s^2

Energia mecânica inicial: $E_{mec.(1)} = E_{c(1)} + E_{p(1)} = \dfrac{mv_0^2}{2} + mgh$

Energia mecânica final: $E_{mec.(2)} = E_{c(2)} + E_{p(2)} = 0 + mgh$

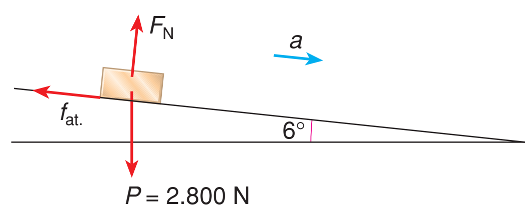
A variação de energia mecânica será dada por:

$$\Delta E_{mec.} = E_{mec.(2)} - E_{mec.(1)} = mgh - \frac{mv_0^2}{2} - mgh$$

$$\Delta E_{mec.} = -\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{0{,}2 \cdot (4)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta E_{mec.} = -1{,}6 \text{ J}}$$

Portanto, dissipa-se 1,6 J de energia mecânica.

T.309 **Resposta:** a



PFD:

$P_t - f_{at.} = M \cdot a$

$P \cdot \text{sen}\ \alpha - f_{at.} = M \cdot a$

$2.800 \cdot 0{,}1 - f_{at.} = 280 \cdot 0{,}2$

$f_{at.} = 224$ N

A energia dissipada é igual ao módulo do trabalho da força de atrito:

$E_{dissipada} = |\mathcal{T}_{f_{at.}}|$

$E_{dissipada} = f_{at.} \cdot d$

$E_{dissipada} = 224 \cdot 15$

$\boxed{E_{dissipada} = 3.360 \text{ J}}$

T.310 **Resposta:** soma = 35 (01 + 02 + 32)

Dados: $m = 0{,}50$ kg; $x = 20$ cm $= 0{,}20$ m; $k = 400$ N/m; $|\Delta E_{mec.}| = 20\% E_{mec.(1)}$; $g = 10$ m/s^2

(01) Correta. O enunciado diz que há dissipação.

(02) Correta.

$E_{mec.(2)} = 0{,}80 E_{mec.(1)}$ (80% se conservam)

Mas: $E_{mec.(1)} = \dfrac{kx^2}{2} = \dfrac{400 \cdot (0{,}20)^2}{2}$

Assim:

$E_{mec.(1)} = 8{,}0$ J

$E_{mec.(2)} = 0{,}80 \cdot 8{,}0 \Rightarrow \boxed{E_{mec.(2)} = 6{,}4 \text{ J}}$

(04) Errada.

$$\mathcal{T}_{f_{at.}} = \Delta E_{mec.} = E_{mec.(2)} - E_{mec.(1)} = 6{,}4 - 8{,}0 \Rightarrow \boxed{\mathcal{T}_{f_{at.}} = -1{,}6\ \text{J}}$$

(08) Errada.

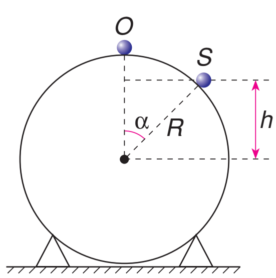
$$E_{mec.(2)} = mgh \Rightarrow 6{,}4 = 0{,}50 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow \boxed{h = 1{,}28\ \text{m}}$$

(16) Errada. Não é essa a razão pela qual não houve conservação. E a força peso realiza trabalho na subida do bloco pela rampa.

(32) Correta.

(64) Errada. Há dissipação de 20% da energia mecânica.

T.311 **Resposta:** a



Da figura, temos: $\cos\alpha = \dfrac{h}{R}$

Conforme dedução feita no exercício **R.141**, $h = \dfrac{2R}{3}$.

Substituindo:

$$\cos\alpha = \frac{\left(\frac{2R}{3}\right)}{R} \Rightarrow \boxed{\cos\alpha = \frac{2}{3}}$$

T.312 **Resposta:** c

Para que o bloco se destaque do trilho no ponto A, a força normal em A deve ser nula e o peso é a resultante centrípeta, portanto:

$$P = m\frac{v_A^2}{R} \Rightarrow mg = m\frac{v_A^2}{R} \Rightarrow v_A^2 = Rg$$

Pela conservação da energia mecânica, temos:

$$E_{mec.(i)} = E_{mec.(f)}$$

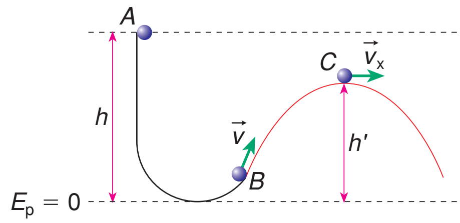
$$mgh = mgR + \frac{mv_A^2}{2}$$

$$gh = gR + \frac{Rg}{2}$$

$$\boxed{h = \frac{3R}{2}}$$

T.313 **Resposta:** d

Energia mecânica inicial: $E_{mec.(1)} = E_{c(1)} + E_{p(1)} = 0 + mgh = mgh$



Ao atingir o ponto C, a esfera possui velocidade v_x na direção horizontal e, portanto, energia cinética não nula. A energia mecânica no ponto C será dada por:

$E_{mec.(2)} = E_{c(2)} + E_{p(2)} = E_{c(2)} + mgh'$

Como há conservação da energia mecânica:

$E_{mec.(2)} = E_{mec.(1)} \Rightarrow E_{c(2)} + mgh' = mgh$

Sendo $E_{c(2)} > 0$, conclui-se que $\boxed{h' < h}$

T.314 **Resposta:** soma = 57 (01 + 08 + 16 + 32)

Dados: $m = 2{,}0$ kg; $k = 500$ N/m; $v_A = 0$; $h = 30$ cm $= 0{,}30$ m; $x = 10$ cm $= 0{,}10$ m; $g = 10$ m/s^2

(01) Correta.

Energia mecânica em A (em relação ao nível B):

$E_{mec.(A)} = mgh = 2{,}0 \cdot 10 \cdot 0{,}30 \Rightarrow E_{mec.(A)} = 6{,}0$ J

Energia mecânica em B:

$E_{mec.(B)} = E_{p(el.)} + E_c$

$$E_{mec.(B)} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv_B^2}{2}$$

$$E_{mec.(B)} = \frac{500 \cdot (0{,}10)^2}{2} + \frac{2{,}0 \cdot v_B^2}{2}$$

$E_{mec.(B)} = 2{,}5 + v_B^2$

Como não há dissipação, temos:

$$E_{mec.(B)} = E_{mec.(A)} \Rightarrow 2{,}5 + v_B^2 = 6{,}0 \Rightarrow v_B^2 = 3{,}5 \Rightarrow \boxed{v_B = \sqrt{3{,}5}\ \text{m/s}}$$

(02) Errada. Parte da energia potencial gravitacional da esfera em A converte-se em energia potencial elástica armazenada na mola.

(04) Errada.

(08) Correta. Na posição B, a força resultante é dada por: $F_R = F_{el.} - P$

Temos:

$P = mg = 2{,}0 \cdot 10 \Rightarrow P = 20$ N

e

$F_{elást.} = kx = 500 \cdot 0{,}10 \Rightarrow F_{el.} = 50$ N

Substituindo: $F_R = 50 - 20 \Rightarrow \boxed{F_R = 30 \text{ N}}$

(16) Correta. Não há dissipação de energia.

(32) Correta.

(64) Errada.

$E_{c(B)} < E_{p(A)}$

T.315 **Resposta:** c

Conservação da energia mecânica entre as posições P e Q:

$$E_{mec.(p)} = E_{mec.(Q)} \Rightarrow \frac{mv_P^2}{2} + mg \cdot 2R = \frac{mv_Q^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

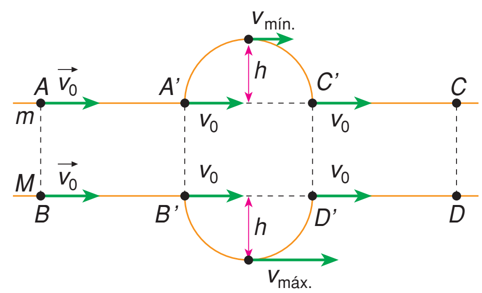
Sendo $v_P = v_Q$ e $x = 12$ cm $- 8$ cm $= 4$ cm $= 4 \cdot 10^{-2}$ m, vem:

$$mg \cdot 2R = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$30 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^{-2} = \frac{k \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2}{2}$$

$$\boxed{k = 7{,}5 \cdot 10^3 \text{ N/m}}$$

T.316 **Resposta:** b



A partícula de massa m atinge o ponto A' com velocidade v_0. Ao percorrer o trecho em elevação, a velocidade fica menor do que v_0. Ao atingir o ponto C', a velocidade volta a ser v_0. No ponto mais alto da elevação, a velocidade é mínima $\left(v_{mín.} = \sqrt{v_0^2 - 2gh}\right)$.

A partícula de massa M atinge o ponto B' com velocidade v_0. Ao percorrer o trecho em depressão, a velocidade fica maior do que v_0. Ao atingir o ponto D', a velocidade volta a ser v_0. No ponto mais baixo da depressão, a velocidade é máxima $\left(v_{máx.} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}\right)$.

Podemos concluir que a velocidade média no trecho de elevação é menor do que no trecho de depressão: $(v_m)_{elevação} < (v_m)_{depressão}$

Sendo o mesmo Δs, vem:

$$\frac{\Delta s}{(\Delta t)_{\text{elevação}}} < \frac{\Delta s}{(\Delta t)_{\text{depressão}}}$$

Logo: $(\Delta t)_{\text{elevação}} > (\Delta t)_{\text{depressão}}$

A mesma desigualdade vale para os tempos totais t_A e t_B, independentemente das massas m e M:

$$t_A > t_B$$

$$\boxed{\frac{t_A}{t_B} > 1}$$

T.317 **Resposta:** c

De $E_{\text{mec.}(B)} = mgh_B$ e $E_{\text{mec.}(C)} = mgh_C$, vem:

$$\frac{E_{\text{mec.}(C)}}{E_{\text{mec.}(B)}} = \frac{h_C}{h_B} = \frac{3{,}20}{4{,}00} = 0{,}80 = 80\%$$

$E_{\text{mec.}(C)} = 80\% \cdot E_{\text{mec.}(B)}$

Logo, a perda porcentual de energia mecânica foi de 20%. Mantendo a mesma perda porcentual, podemos escrever:

$E_{\text{mec.}(C)} = 80\% \cdot E_{\text{mec.}(A)}$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh_C = 0{,}80mgh_A$$

$$\frac{v^2}{2} + 10 \cdot 3{,}20 = 0{,}80 \cdot 10 \cdot 5{,}00$$

$v = 4{,}0$ m/s

$v = 4{,}0 \cdot 3{,}6$ km/h

$$\boxed{v = 14{,}4 \text{ km/h}}$$

T.318 **Resposta:** b

$E_{mec.(O)} = E_{mec.(A)}$

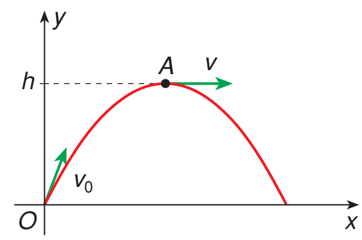
$\frac{m \cdot v_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh$

$v_0^2 = v^2 + 2gh$

$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$

$Q = m \cdot v$

$\boxed{Q = m \cdot \sqrt{v_0^2 - 2gh}}$



T.319 **Resposta:** e

De $E_C = \frac{mv^2}{2}$, vem: $E_C = \frac{m^2 \cdot v^2}{2m}$. Portanto: $\boxed{E_C = \frac{Q^2}{2m}}$

Sendo $E_C = 20$ J e $Q = 20$ N · s, resulta:

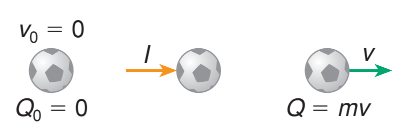
$20 = \frac{(20)^2}{2m} \Rightarrow \boxed{m = 10 \text{ kg}}$

De $Q = m \cdot v$, temos: $20 = 10 \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 2{,}0 \text{ m/s}}$

T.320 **Resposta:** d

Dados: $v_0 = 0$; $v = 20$ m/s; m = 0,45 kg; $\Delta t = 0{,}25$ s; $Q_0 = 0$

$Q = mv = 0{,}45 \cdot 20 \Rightarrow Q = 9$ kg · m/s



Utilizando o teorema do impulso:

$I = Q - Q_0 = 9 - 0 \Rightarrow I = 9$ N · s

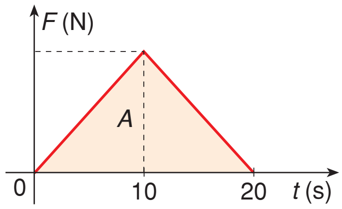
Pela definição de impulso, tem-se:

$I = F_m \cdot \Delta t \Rightarrow 9 = F_m \cdot 0{,}25 \Rightarrow \boxed{F_m = 36 \text{ N}}$

T.321 **Resposta:** e

Dados: $m = 20$ kg; $v_0 = 0 \Rightarrow Q_0 = 0$.

Pela área do gráfico: $A = \dfrac{20 \cdot 50}{2} \Rightarrow I = 500 \text{ N} \cdot \text{s}$



Pelo teorema do impulso:

$Q - Q_0 = I \Rightarrow Q = 500 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

$Q = mv \Rightarrow 500 = 20 \cdot v \Rightarrow \boxed{v = 25 \text{ m/s}}$

T.322 **Resposta:** c

Ao chegar à esteira a velocidade horizontal da areia é nula. A seguir, ela adquire velocidade horizontal igual à da esteira ($v = 0{,}5$ m/s). Para que isso aconteça, a areia recebe da esteira, devido ao atrito, uma força horizontal para a direita de intensidade F. Pelo Teorema do impulso, temos:

$$\vec{I} = \Delta\vec{Q}$$

Projetando na direção horizontal, resulta:

$$I = m \cdot V$$

$$F \cdot \Delta t = mV$$

$$F = \frac{m}{\Delta t} \cdot V$$

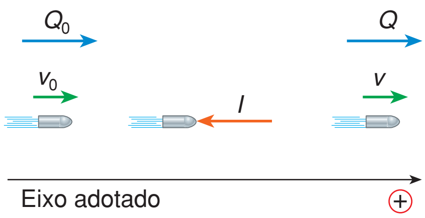
$$F = 80 \cdot 0{,}5 \text{ (N)}$$

$$\boxed{F = 40 \text{ N}}$$

Pelo princípio da ação e reação, a areia aplica na esteira uma força horizontal para a esquerda e de intensidade $F = 40$ N. Para que a velocidade da esteira permaneça constante e igual a $V = 0{,}5$ m/s, a força adicional necessária a ser aplicada na esteira deve ter intensidade $F = 40$ N, horizontal e para a direita.

T.323 **Resposta:** a

Dados: $m = 20 \text{ g} = 0{,}020$ kg; $v_0 = 250$ m/s; $v = 150$ m/s



Quantidade de movimento inicial:

$Q_0 = mv_0 = 0{,}020 \cdot 250 \Rightarrow Q_0 = 5{,}0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

Quantidade de movimento final:

$Q = mv = 0{,}020 \cdot 150 \Rightarrow Q = 3{,}0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

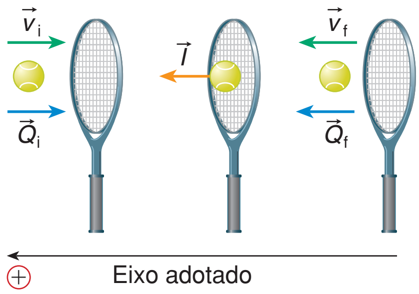
Pelo teorema do impulso, em relação ao eixo adotado:

$-I = Q - Q_0 \Rightarrow -I = 3{,}0 - 5{,}0 \Rightarrow \boxed{I = 2{,}0 \text{ N} \cdot \text{s}}$

T.324 **Resposta:** c

$v_f = 3v_i$; $g = 10$ m/s^2; $F_m = 60P$; $\Delta t = 0,2$ s

$I = F_m \cdot \Delta t = 60mg \cdot \Delta t = 60m \cdot 10 \cdot 0,2 \Rightarrow I = 120m$



$\vec{I} = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i$

Em vista da orientação do eixo:

$I = Q_f - (-Q_i) = Q_f + Q_i \Rightarrow$

$\Rightarrow 120m = mv_f + mv_i \Rightarrow 120m = m \cdot 3v_i + mv_i \Rightarrow$

$\Rightarrow 120 = 4v_i \Rightarrow \boxed{v_i = 30 \text{ m/s}}$

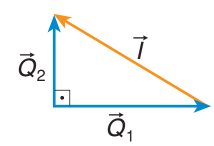
T.325 **Resposta:** b

$Q_1 = mv_1$ | $Q_2 = mv_2$ | $\vec{I} = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1$

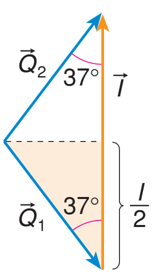
$Q_1 = 0,50 \cdot 40$ | $Q_2 = 0,50 \cdot 30$ | $I^2 = (Q_2)^2 + (Q_1)^2$

$Q_1 = 20$ kg · m/s | $Q_2 = 15$ kg · m/s | $I^2 = 15^2 + 20^2$

$\boxed{I = 25 \text{ N} \cdot \text{s}}$



T.326 **Resposta:** c

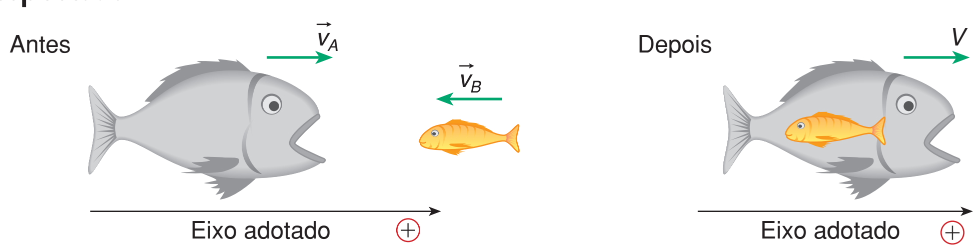


$Q_1 = Q_2 = mv \Rightarrow Q_1 = Q_2 = 0,10 \cdot 15 \Rightarrow Q_1 = Q_2 = 1,5$ kg · m/s

No triângulo destacado:

$$\cos 37° = \frac{\left(\frac{I}{2}\right)}{1,5} \Rightarrow 0,80 = \frac{\left(\frac{I}{2}\right)}{1,5} \Rightarrow \boxed{I = 2,4 \text{ N} \cdot \text{s}}$$

T.327 **Resposta:** a



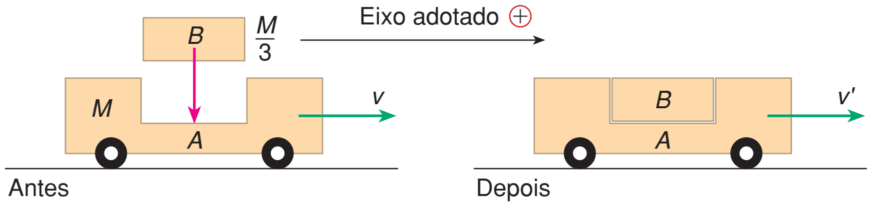
Dados: $m_A = 5,0$ kg; $m_B = 1,0$ kg; $v_A = 1,0$ m/s; $v_B = 8,0$ m/s

$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow m_A \cdot v_A - m_B \cdot v_B = (m_A + m_B) \cdot V \Rightarrow$

$\Rightarrow 5,0 \cdot 1,0 - 1,0 \cdot 8,0 = (5,0 + 1,0) \cdot V \Rightarrow 5,0 - 8,0 = 6,0\ V \Rightarrow \boxed{V = -0,50 \text{ m/s}}$

O sinal negativo indica que, na verdade, o peixe maior se desloca em sentido contrário ao considerado na figura (para a esquerda), com velocidade $\boxed{V = 0,50 \text{ m/s}}$

T.328 Resposta: a



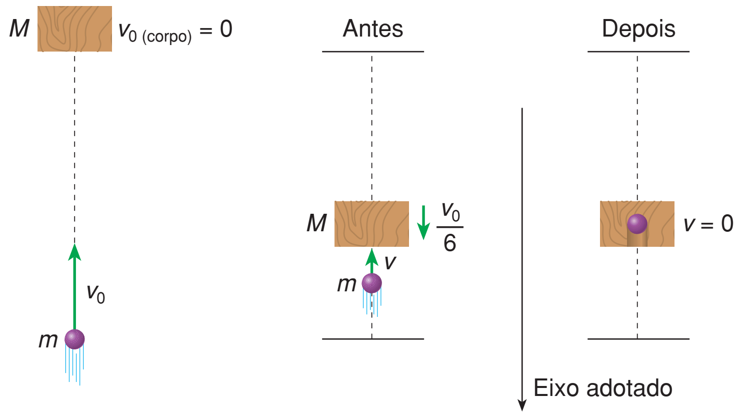
Há conservação da quantidade de movimento na direção horizontal:

Q_{antes} (horizontal) $=$ Q_{depois} (horizontal)

$$Mv = \left(M + \frac{M}{3}\right) \cdot v'$$

$$\boxed{v' = \frac{3v}{4}}$$

T.329 Resposta: a



Conservação da quantidade de movimento: $\vec{Q}_a = \vec{Q}_d$

Em relação ao eixo adotado:

$$M \cdot \frac{v_0}{6} + m(-v) = 0$$

$Mv_0 = 6mv$ ①

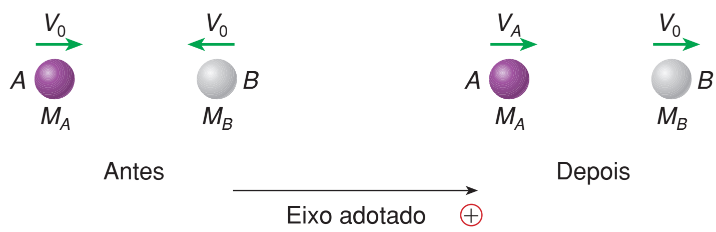
Corpo de massa M: $\frac{v_0}{6} = gt$ ② (t: instante do encontro)

Projétil de massa m: $v = v_0 - g \cdot t$ ③

De ② e ③: $v = v_0 - \frac{v_0}{6} \Rightarrow v = \frac{5v_0}{6}$ ④

④ em ①: $Mv_0 = 6m \cdot \frac{5v_0}{6} \Rightarrow \boxed{m = \frac{M}{5}}$

T.330 **Resposta:** b



Conservação da quantidade de movimento:

$Q_a = Q_d$

$M_A V_0 + M_B(-V_0) = M_A V_A + M_B V_0$

$3M_B V_0 - M_B V_0 = 3M_B V_A + M_B V_0$

$$\boxed{V_A = \frac{V_0}{3}}$$

Posição do próximo choque:

No próximo encontro, *B* estará uma volta na frente:

$s_B - s_A = 2\pi R$

$V_0 \cdot t - \frac{V_0}{3} \cdot t = 2\pi R$

$\frac{2}{3} V_0 \cdot t = 2\pi R$

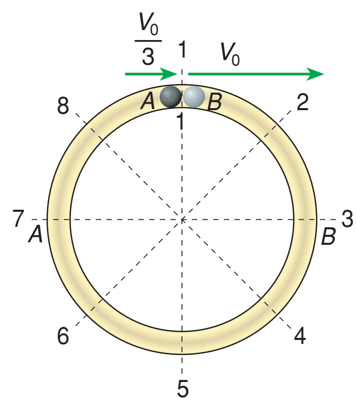
$t = \frac{3 \cdot 2\pi R}{2V_0}$ (instante do encontro)

O corpo *A* percorrerá:

$s_A = \frac{V_0}{3} \cdot t$

$s_A = \frac{V_0}{3} \cdot \frac{3 \cdot 2\pi R}{2V_0}$

$s_A = \pi R$



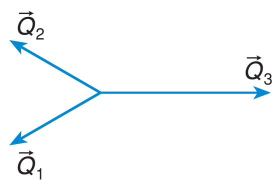
Portanto, a partir da posição 1 o corpo *A* dará meia volta e o encontro ocorrerá na posição 5.

T.331 **Resposta:** d

A quantidade de movimento inicial é nula: $\vec{Q}_{\text{inicial}} = \vec{0}$

A quantidade de movimento final também deve ser nula: $\vec{Q}_{\text{final}} = \vec{0}$

Assim, a soma das quantidades de movimento dos três fragmentos deve ser nula, o que só acontece na alternativa d.



$$\vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 + \vec{Q}_3 = \vec{0}$$

T.332 **Resposta:** b

Um dos fragmentos percorre a distância horizontal de 300 m em 10 s. Logo, sua velocidade horizontal é de 30 m/s. Assim, imediatamente após a explosão, temos:

Imediatamente antes da explosão a velocidade da granada é nula (pois explodiu na posição de altura máxima).

Logo, pela lei da conservação da quantidade de movimento, temos:

$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$

$\vec{0} = m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B$

$m_A \cdot \vec{v}_A = -m_B \cdot \vec{v}_B$

Em módulo: $m_A \cdot v_A = m_B \cdot v_B \Rightarrow 2 \cdot 30 = 3 \cdot v_B \Rightarrow v_B = 20$ m/s

A energia liberada na explosão e transformada em energia cinética dos fragmentos será:

$$E_{\text{liberada}} = \frac{m_A \cdot v_A^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_B^2}{2}$$

$$E_{\text{liberada}} = \frac{2 \cdot (30)^2}{2} + \frac{3 \cdot (20)^2}{2}$$

$$\boxed{E_{\text{liberada}} = 1.500 \text{ J}}$$

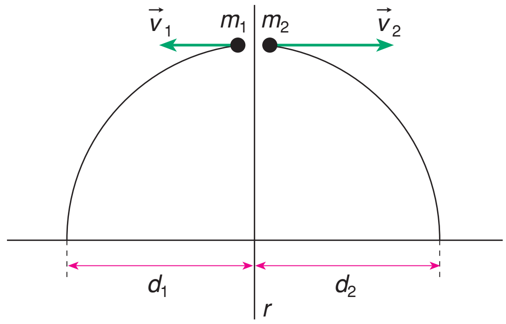
T.333 **Resposta:** soma = 09 (01 + 08)

Nas explosões, o sistema é considerado isolado de forças externas havendo, portanto, conservação da quantidade de movimento.

No instante da explosão (ponto mais alto da trajetória), a quantidade de movimento é horizontal. Imediatamente depois da explosão, a soma dos vetores $\vec{p}_1$ e $\vec{p}_2$ deverá, também, ser horizontal. Isso ocorre nos itens (01) e (08).

T.334 **Resposta:** d

Na direção horizontal: $Q_{antes} = 0$ (imediatamente antes da explosão)



Imediatamente depois da explosão: $Q_{depois} = 0 \Rightarrow m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$

Como $m_1 = 2m_2$, temos: $2m_2 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2 \Rightarrow 2v_1 = v_2$

Mas $v_1 = \dfrac{d_1}{\Delta t}$ e $v_2 = \dfrac{d_2}{\Delta t}$.

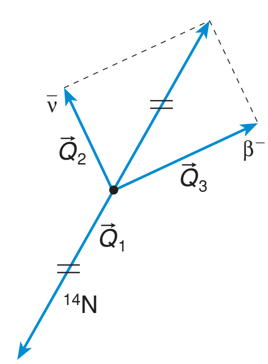
Assim: $2\dfrac{d_1}{\Delta t} = \dfrac{d_2}{\Delta t} \Rightarrow d_2 = 2d_1$

Como $d_1 = 50$ m, vem: $\boxed{d_2 = 100 \text{ m}}$

T.335 **Resposta:** d

Como o núcleo de ^{14}C está inicialmente em repouso, sua quantidade de movimento é nula: $\vec{Q}_{inicial} = \vec{0}$.

Após a emissão, a soma das quantidades de movimento do ^{14}N do antineutrino $\bar{\nu}$ e da partícula β^- deve ser nula também, em vista da conservação da quantidade de movimento: $\vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 + \vec{Q}_3 = \vec{0}$. Isso só acontece na alternativa d:

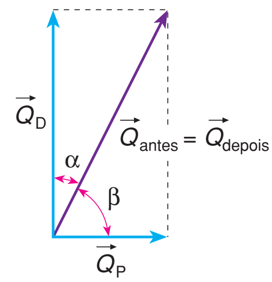


$\vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 + \vec{Q}_3 = \vec{0}$

$\boxed{\vec{Q}_2 + \vec{Q}_3 = -\vec{Q}_1}$

T.336 **Resposta:** b

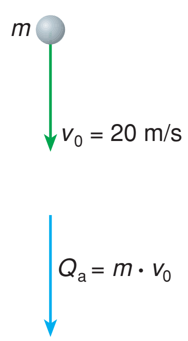
Nas colisões, o sistema é considerado isolado de forças externas havendo, portanto, conservação da quantidade de movimento. Antes da colisão, a quantidade de movimento do "dogueiro" é $Q_D = 3mv$ e do pipoqueiro, $Q_P = mv$. A soma dos vetores $\vec{Q}_D$ e $\vec{Q}_P$ fornece a quantidade de movimento dos carrinhos imediatamente antes da colisão ($\vec{Q}_a$), que é igual à quantidade de movimento imediatamente depois da colisão ($\vec{Q}_d$).



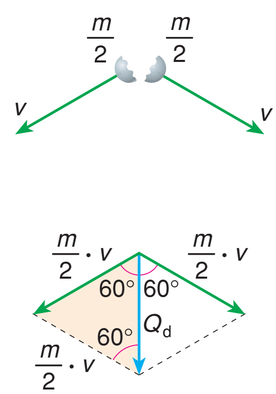
Sendo $\alpha < \beta$, concluímos que uma das possíveis trajetórias dos dois carrinhos após a colisão é a *B*.

T.337 **Resposta:** d

Na explosão, o rojão é um sistema isolado e haverá conservação da quantidade de movimento:



Antes da explosão



Depois da explosão

O triângulo sombreado é equilátero. Logo: $Q_d = \frac{m}{2} \cdot v$

Sendo $Q_a = Q_d$, vem:

$mv_0 = \frac{m}{2} \cdot v$

$v = 2 \cdot v_0$

$v = 2 \cdot 20$

$\boxed{v = 40 \text{ m/s}}$

T.338 **Resposta:** e

Como, pelo gráfico, as duas esferas (iguais) trocam de velocidade no choque, este é **perfeitamente elástico** e, portanto, a energia cinética que se conserva é a do sistema, e não a de cada esfera individualmente. Do mesmo modo, a quantidade de movimento se conserva, mas não a de cada esfera individualmente.

T.339 **Resposta:** d

$v_1 = 4{,}0$ m/s; $v_2 = 0$; $m_1 = m_2 = m$; $g = 10$ m/s^2

Conservação da quantidade de movimento no choque:

$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow mv_1 = 2mV \Rightarrow v_1 = 2V \Rightarrow V = 2{,}0$ m/s

Conservação da energia mecânica na subida do sistema dos dois carrinhos:

(baixo) (topo)

$$E_c = E_p \Rightarrow \frac{2mV^2}{2} = 2mgh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(2{,}0)^2}{2 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{h = 0{,}20 \text{ m} = 20 \text{ cm}}$$

T.340 **Resposta:** d

$m_A = m$; $m_B = 2m$

A quantidade de movimento depois do choque é: $\vec{Q}_{depois} = 3m\vec{v}$

A quantidade de movimento antes deve ser igual, em vista da conservação da quantidade de movimento no choque. Para cada alternativa, teremos:

a) $\vec{Q}_{antes} = m_B \cdot \vec{v}_B = 2m \cdot 1{,}5\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_{antes} = 3m\vec{v}$

b) $\vec{Q}_{antes} = m_B \cdot \vec{v}_B + m_A \cdot \vec{v}_A = 2m \cdot 2\vec{v} - m\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_{antes} = 3m\vec{v}$

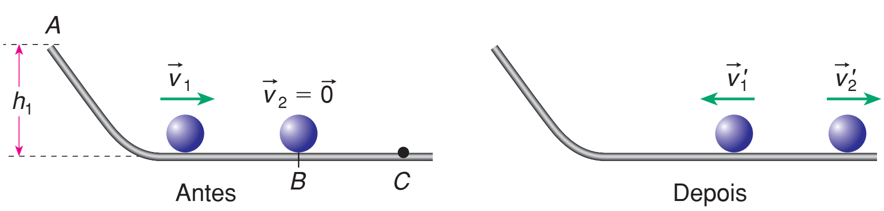
c) $\vec{Q}_{antes} = m_B \cdot \vec{v}_B + m_A \cdot \vec{v}_A = 2m \cdot 3\vec{v} - m \cdot 3\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_{antes} = 3m\vec{v}$

d) $\vec{Q}_{antes} = m_B \cdot \vec{v}_B + m_A \cdot \vec{v}_A = 2m \cdot 2\vec{v} + m\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_{antes} = 5m\vec{v}$

e) $\vec{Q}_{antes} = m_B \cdot \vec{v}_B + m_A \cdot \vec{v}_A = 2m \cdot 1{,}25\vec{v} + m \cdot 0{,}5\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_{antes} = 3m\vec{v}$

T.341 **Resposta:** a

$m_1 = 100$ g $= 0{,}10$ kg; $m_2 = 300$ g $= 0{,}30$ kg; $h = 80{,}00$ cm; $g = 10$ m/s^2; $e = 1$



Cálculo da velocidade v_1:

$v_1^2 = 2gh$ (conservação da energia mecânica na descida de E_1)

$v_1^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0{,}80$

$v_1^2 = 16$

$v_1 = 4{,}0$ m/s

Conservação da quantidade de movimento no choque:

$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow m_1 \cdot v_1 = -m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2' \Rightarrow$

$\Rightarrow 0{,}10 \cdot 4{,}0 = -0{,}10\, v_1' + 0{,}30 v_2' \Rightarrow 4{,}0 = -v_1' + 3{,}0 v_2'$ ①

A partir da definição do coeficiente de restituição, vem:

$$e = \frac{|v_{afast.}|}{|v_{aprox.}|} \Rightarrow 1 = \frac{v_2' + v_1'}{v_1} \Rightarrow v_1 = v_2' + v_1' \Rightarrow 4{,}0 = v_2' + v_1' \quad ②$$

Somando as equações ① e ② membro a membro:

$8{,}0 = 4{,}0 v_2' \Rightarrow v_2' = 2{,}0$ m/s

Substituindo-se o resultado anterior em ②:

$4{,}0 = 2{,}0 + v_1' \Rightarrow v_1' = 2{,}0$ m/s

Na volta da esfera E_1, ela sobe a uma altura h':

$v_1'^2 = 2gh'$ (conservação da energia mecânica)

$$h' = \frac{v_1'^2}{2g} = \frac{(2{,}0)^2}{2 \cdot 10}$$

$h' = 0{,}20$ m

$h' = 20{,}00$ cm

A alternativa **a** descreve corretamente o ocorrido.

T.342 **Resposta:** a

Devido ao atrito, a velocidade de P diminui no percurso $\Delta s = 12$ m, sob a ação da força de atrito $f_{at.} = 10$ N. Assim:

$$a = \frac{f_{at.}}{m} = \frac{10}{5} \Rightarrow a = 2\ \text{m/s}^2 \Rightarrow \alpha = -2\ \text{m/s}^2$$

$v_P^2 = v^2 + 2\alpha\, \Delta s \Rightarrow v_P^2 = (10)^2 - 2 \cdot 2 \cdot 12 \Rightarrow v_P^2 = 100 - 48$

$\Rightarrow v_P^2 = 52 \Rightarrow v_P \simeq 7{,}21$ m/s

No choque elástico entre corpos de mesma massa há troca de velocidades (ver exercício **R.154**).

Portanto, $v_Q = 7{,}21$ m/s.

Na subida do bloco Q há conservação da energia mecânica: $E_{c_B} = E_{p_C}$

Considerando o trecho horizontal como o nível para a energia potencial, teremos:

$$\frac{mv_Q^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v_Q^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{52}{2 \cdot 10} \Rightarrow \boxed{h = 2{,}6\ \text{m}}$$

T.343 **Resposta:** b

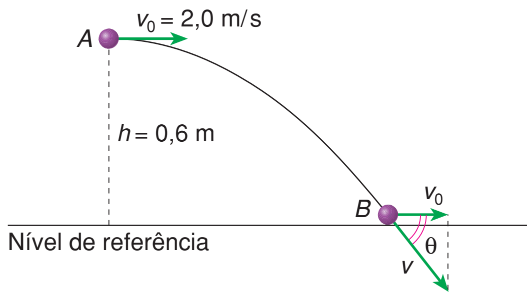
Conforme foi deduzido no exercício **R.159**, o coeficiente de restituição do choque de um corpo com o solo é dado por: $e = \sqrt{\dfrac{h'}{h}}$

No caso: $h = H$ e $h' = \dfrac{H}{4}$

Então: $e = \sqrt{\dfrac{\frac{H}{4}}{H}} \Rightarrow e = \sqrt{\dfrac{1}{4}} \Rightarrow \boxed{e = \dfrac{1}{2} = 0{,}5}$

T.344 **Resposta:** c

Cálculo do módulo da velocidade v com que a pequena esfera atinge o piso:



$E_{mec.(A)} = E_{mec.(B)}$

$\dfrac{m \cdot v_0^2}{2} + mgh = \dfrac{mv^2}{2}$

$v^2 = v_0^2 + 2gh$

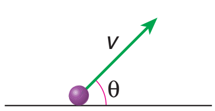
$v^2 = (2{,}0)^2 + 2 \cdot 10{,}0 \cdot 0{,}6$

$\boxed{v = 4{,}0 \text{ m/s}}$

Cálculo do ângulo θ:

$\cos\theta = \dfrac{v_0}{v} \Rightarrow \cos\theta = \dfrac{2{,}0}{4{,}0} \Rightarrow \cos\theta = 0{,}50 \Rightarrow \boxed{\theta = 60°}$

Como a colisão é perfeitamente elástica, concluímos que a esfera é lançada novamente para o alto com velocidade inicial de módulo $v = 4{,}0$ m/s, sendo o ângulo de lançamento $\theta = 60°$:

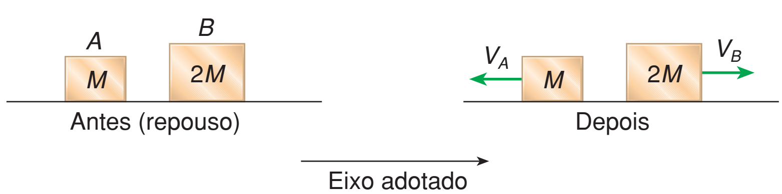


T.345 **Resposta:** d

$Q_a = Q_d$

$0 = M \cdot (-V_A) + 2MV_B$

$\boxed{V_A = 2V_B}$



Teorema da energia cinética:

Bloco *A*:

$$\mathcal{T}_{fat.} = E_{C_f} - E_{C_i}$$

$$-\mu Mg \cdot L = 0 - \frac{M \cdot V_A^2}{2}$$

$$\mu g L = \frac{V_A^2}{2} \quad ①$$

Bloco *B*:

$$-\mu \cdot 2 \cdot Mg \cdot d = 0 - \frac{2MV_B^2}{2}$$

$$\mu g d = \frac{V_B^2}{2} \quad ②$$

Dividindo ② por ①:

$$\frac{d}{L} = \frac{V_B^2}{V_A^2}$$

$$\frac{d}{L} = \left(\frac{V_B}{V_A}\right)^2$$

$$\frac{d}{L} = \left(\frac{V_B}{2V_B}\right)^2$$

$$\boxed{d = \frac{L}{4}}$$

T.346 **Resposta:** d

A ordem correta de cima para baixo é 2-3-1.

T.347 **Resposta:** e

I. Correta. De acordo com a primeira lei de Kepler, os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse descrita.

II. Errada. O movimento de um astro em torno do Sol não é uniforme. Sua velocidade aumenta quando ele se aproxima do Sol e diminui quando se afasta.

III. Correta. Quanto menor o raio médio da órbita, menor o período.

T.348 **Resposta:** d

A velocidade do cometa é máxima no periélio de sua órbita, o ponto *D*.

T.349 **Resposta:** e

Cálculo do período de Júpiter:

$$\frac{T_J^2}{R_J^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{T_J^2}{(5R_T)^3} = \frac{1^2}{R_T^3} \Rightarrow T_J = 11 \text{ anos terrestres}$$

Portanto, o número de voltas completadas por Júpiter em 8 anos terrestres será:

$$n = \frac{8}{11} \simeq 0{,}73 \Rightarrow \boxed{n \simeq \frac{3}{4} \text{ de volta}}$$

T.350 **Resposta:** c

Em vista da terceira lei de Kepler:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{2}{3}}}$$

T.351 **Resposta:** b

Da terceira lei de Kepler:

$$\frac{T_T^2}{r_{ST}^3} = \frac{T_P^2}{r_{SP}^3} \Rightarrow \frac{1^2}{r_{ST}^3} = \frac{(8)^2}{r_{SP}^3} \Rightarrow \frac{r_{SP}^3}{r_{ST}^3} = 64 \Rightarrow \boxed{\frac{r_{SP}}{r_{ST}} = 4}$$

T.352 **Resposta:** b

A correspondência só pode ser estabelecida em vista das distâncias dos satélites em relação ao planeta. Então temos que 1 é Ganimedes, 2 é Io, 3 é Europa e 4 é Calisto.

T.353 **Resposta:** a

Dados: $T_1 = 32$ dias; $T_2 = 256$ dias; $R_1 = 1$ unidade

Substituindo os valores de T_1, T_2 e R_1 na igualdade abaixo, temos:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{(32)^2}{1} = \frac{(256)^2}{R_2^3} \Rightarrow R_2^3 = \frac{(256)^2}{(32)^2} \Rightarrow R_2^3 = \left(\frac{256}{32}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_2^3 = (8)^2 \Rightarrow R_2^3 = 64 \Rightarrow R_2 = \sqrt[3]{64} \Rightarrow \boxed{R_2 = 4 \text{ unidades}}$$

T.354 **Resposta:** c

$$F = G\frac{Mm}{d^2}$$

$$F' = G\frac{\frac{M}{2} \cdot \frac{m}{2}}{\frac{d^2}{4}} \Rightarrow F' = G\frac{Mm}{d^2}$$

Portanto: $\boxed{F' = F}$

T.355 **Resposta:** c

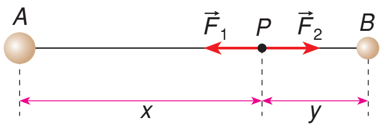
De $F_T = G\frac{M \cdot M_T}{R_T^2}$ e $F_S = G\frac{M \cdot M_S}{R_S^2}$, sendo $M_S = 100M_T$ e $R_S = 10R_T$, temos:

$$F_S = G\frac{M \cdot 100 \cdot M_T}{(10 \cdot R_T)^2} \Rightarrow F_S = G\frac{M \cdot M_T}{R_T^2} = F_T$$

Logo: $\boxed{\frac{F_S}{F_T} = 1}$

T.356 **Resposta:** b

Dados: $M_A = 16M$; $M_B = M$



$$F_1 = G\frac{M_A m}{x^2} = G\frac{16Mm}{x^2}$$

$$F_2 = G\frac{M_B m}{y^2} = G\frac{Mm}{y^2}$$

No equilíbrio:

$$F_1 = F_2 \Rightarrow G\frac{16Mm}{x^2} = G\frac{Mm}{y^2} \Rightarrow \frac{16}{x^2} = \frac{1}{y^2} \Rightarrow \frac{x^2}{y^2} = 16 \Rightarrow \boxed{\frac{x}{y} = 4}$$

T.357 **Resposta:** b

$M_X = 3M_T$ ①; $R_X = 5R_T$ ②; $m = 50$ kg; $g = 10$ m/s^2

$$g = G\frac{M_T}{R_T^2} \text{ ③}; \ g_X = G\frac{M_X}{R_X^2} \text{ ④}$$

Substituindo ① e ② em ④ e comparando com ③, temos:

$$g_X = G\frac{3M_T}{(5R_T)^2} = G\frac{3M_T}{25R_T^2} \Rightarrow g_X = \frac{3}{25}g$$

Considerando $g = 10$ m/s^2, vem:

$$g_X = \frac{3}{25} \cdot 10 \Rightarrow g_X = \frac{30}{25} \Rightarrow g_X = 1{,}2 \text{ m/s}^2$$

$$P_X = m \cdot g_X = 50 \cdot 1{,}2 \Rightarrow \boxed{P_X = 60 \text{ N}}$$

T.358 **Resposta:** d

Conforme mostrado no exercício **R. 170**, a aceleração da gravidade a_1, no equador (latitude L_1) é menor que a aceleração da gravidade a_2 no pólo (latitude L_2).

Portanto: $P_1 < P_2$, porque $a_1 < a_2$

T.359 **Resposta:** e

Na superfície, g é dado por: $g = G\dfrac{M}{R_T^2}$ ①

Na Terra hipotética, onde $R' = 0{,}8R_T$, teremos:

$$g_1 = G\frac{M}{(0{,}8R_T)^2} = G\frac{M}{0{,}64R_T^2} \quad ②$$

Comparando a expressão ② com ①, vem: $g_1 = \dfrac{g}{0{,}64}$ (do gráfico, $g = 10\ m/s^2$)

Portanto: $g_1 = \dfrac{10}{0{,}64} \Rightarrow \boxed{g_1 \simeq 15{,}6\ m/s^2}$

Como a massa é mantida, a aceleração da gravidade g_2, para a distância R_T, será dada por: $g_2 = G\dfrac{M}{R_T^2}$

Portanto: $g_2 = g \Rightarrow \boxed{g_2 = 10\ m/s^2}$

T.360 **Resposta:** a

Temos que: $\omega = \dfrac{v}{R}$

Como $v = \sqrt{\dfrac{GM}{R}}$, vem: $\boxed{\omega = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{GM}{R}}}$

T.361 **Resposta:** c

I. Correta. $T = 24$ h, igual ao período de rotação da Terra.

II. Errada. A situação de satélite geoestacionário não depende de sua massa.

III. Correta. O período do satélite em órbita depende do raio da órbita. Portanto, só há um raio (e uma altitude) que corresponde ao período $T = 24$ h.

IV. Correta. Para acompanhar o movimento de rotação da Terra, o satélite deve ter órbita contida no plano equatorial.

T.362 **Resposta:** a

A velocidade orbital é dada por:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R} \Rightarrow \boxed{v^2R = GM}$$

T.363 **Resposta:** e

Um satélite se mantém em órbita porque a força de atração gravitacional da Terra "funciona" como força centrípeta.

T.364 **Resposta:** e

A queda livre dá a sensação de imponderabilidade ou "perda de peso".

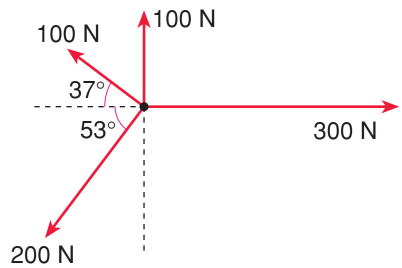
T.365 **Resposta:** e

Ao realizar o movimento orbital é como se a nave e o objeto estivessem continuamente caindo (queda livre) em direção à Terra.

T.366 **Resposta:** e

Se a gravidade é desprezível, as duas "bolas" de leite terão pesos nulos.

T.367 **Resposta:** d



Para a força resultante na direção x, temos:

$F_{R_x} = 300 - 100 \cdot \cos 37° - 200 \cdot \cos 53°$

$F_{R_x} = 300 - 100 \cdot 0,80 - 200 \cdot 0,60$

$F_{R_x} = 100$ N

Para a força resultante na direção y, temos:

$F_{R_y} = 100 + 100 \cdot \text{sen } 37° - 200 \cdot \text{sen } 53°$

$F_{R_y} = 100 + 100 \cdot 0,60 - 200 \cdot 0,80$

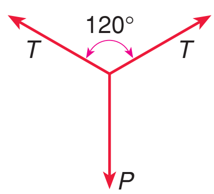
$F_{R_y} = 0$

Portanto: $\boxed{F_R = F_{R_x} = 100 \text{ N}}$

T.368 **Resposta:** d

A intensidade da terceira força f é igual à intensidade da força resultante F_R entre 5 N e 20 N. Logo: $(20 - 5)$ N $\leq f \leq (20 + 5)$ N, isto é: $\boxed{15 \text{ N} \leq f \leq 25 \text{ N}}$

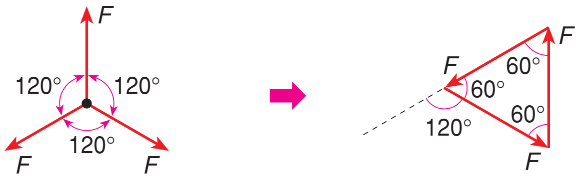
T.369 **Resposta:** c



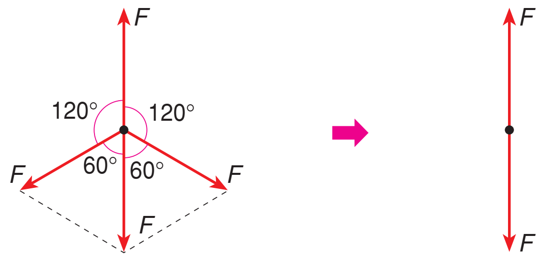
Analogamente ao teste anterior, temos $T = P$. Logo, $\boxed{\dfrac{T}{P} = 1}$.

T.370 **Resposta:** b

A linha poligonal das forças deve ser fechada. Isso ocorre na situação indicada na alternativa b.

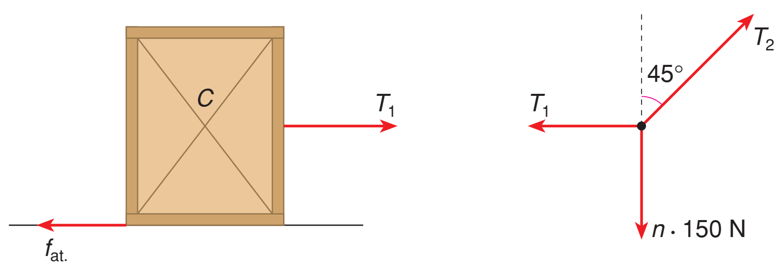


Outro modo é observar que a resultante de duas das forças tem módulo F e equilibra a terceira força:



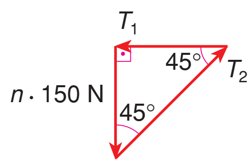
T.371 **Resposta:** d

Isolando o ponto onde concorrem os três fios e sendo n o número de blocos e 150 N a intensidade do peso de cada bloco, temos:



A linha poligonal das forças deve ser fechada. No caso em questão, temos um triângulo retângulo isósceles.

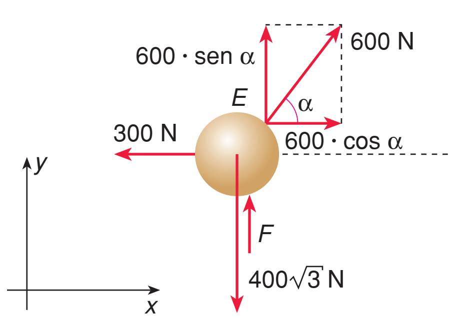
Logo: $n \cdot 150 = T_1 \Rightarrow n = \dfrac{T_1}{150}$ ①



Para haver movimento, devemos impor que: $T_1 \geqslant 500$ N

De ① resulta: $n \geqslant \dfrac{500}{150} \Rightarrow n \geqslant 3{,}3 \Rightarrow \boxed{n = 4 \text{ blocos}}$

T.372 **Resposta:** a



Para a esfera E em equilíbrio, temos:

- Projeções em x:

$600 \cdot \cos\alpha - 300 = 0 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 60°}$

- Projeções em y:

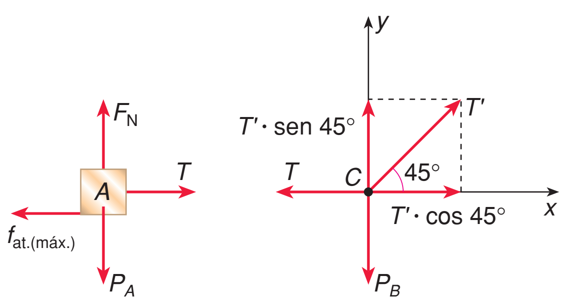
$600 \cdot \text{sen}\,\alpha + F - 400\sqrt{3} = 0$

$600 \cdot \text{sen}\,60° + F - 400\sqrt{3} = 0$

$600\frac{\sqrt{3}}{2} + F - 400\sqrt{3} = 0$

$\boxed{F = 100\sqrt{3}\ \text{N}}$

T.373 **Resposta:** b



Para o ponto C em equilíbrio, temos:

Projeções em x:

$T' \cdot \cos 45° - T = 0$

$T'\frac{\sqrt{2}}{2} = T$ ①

Projeções em y:

$T' \cdot \text{sen}\,45° - P_B = 0$

$T'\frac{\sqrt{2}}{2} = P_B$ ②

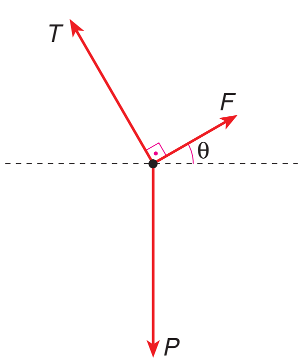
De ① e ②: $T = P_B$ ③

Mas do equilíbrio de A resulta:

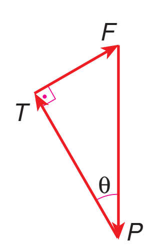
$f_{at.(máx.)} = T \Rightarrow \mu_e \cdot F_N = T \Rightarrow \mu_e \cdot P_A = P_B \Rightarrow \mu_e \cdot m_A g = m_B g$

$\Rightarrow \mu_e = \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \mu_e = \frac{2{,}0}{10{,}0} \Rightarrow \boxed{\mu_e = 0{,}20}$

T.374 **Resposta:** b



Usando o método da linha poligonal fechada:

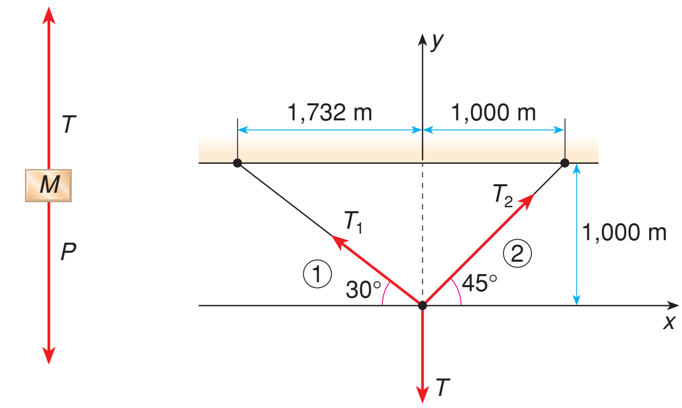


$\text{sen}\,\theta = \frac{F}{P} \Rightarrow P = \frac{F}{\text{sen}\,\theta} = \frac{120}{0{,}6} \Rightarrow \boxed{P = 200\ \text{N}}$

T.375 **Resposta:** a

Redesenhando a figura com as forças que agem no ponto onde os cabos concorrem e os ângulos, temos:

$T = P = Mg$



Das condições de equilíbrio nas direções vertical (projeções em y) e horizontal (projeções em x), obtemos:

$$T_1 \cdot \text{sen } 30° + T_2 \cdot \text{sen } 45° - P = 0 \Rightarrow T_1 \cdot \frac{1}{2} + T_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = Mg \quad ①$$

$$T_2 \cdot \cos 45° - T_1 \cdot \cos 30° = 0 \Rightarrow T_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = T_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad ②$$

Substituindo ② em ①, vem:

$$T_1 \cdot \frac{1}{2} + T_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 200 \Rightarrow T_1 \cdot (1 + \sqrt{3}) = 400 \Rightarrow$$

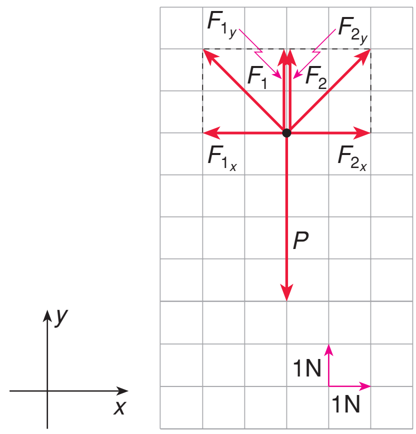
$$\Rightarrow T_1 = \frac{400}{1 + 1{,}732} = \frac{400}{2{,}732} \Rightarrow \boxed{T_1 \simeq 146{,}4 \text{ N}}$$

Em ②:

$$T_2\sqrt{2} = T_1\sqrt{3} \Rightarrow T_2 = T_1\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = 146{,}4 \cdot \frac{1{,}732}{1{,}414} \Rightarrow \boxed{T_2 \simeq 179{,}3 \text{ N}}$$

T.376 **Resposta:** d



Vamos inicialmente decompor as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$. Usando a escala fornecida, temos $F_{1_y} = F_{2_y} = 2{,}0$ N. Impondo o equilíbrio e considerando as projeções em y, resulta:

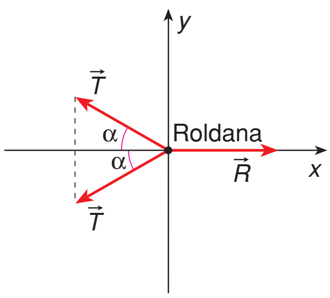
$F_{1_y} + F_{2_y} - P = 0$

$2{,}0 + 2{,}0 - P = 0$

$\boxed{P = 4{,}0 \text{ N}}$

T.377 **Resposta:** b

Na roldana agem as forças indicadas na figura, onde a intensidade da força de tração no fio é igual à intensidade do peso do bloco ($T = P$) e $\vec{R}$ é a força de tração aplicada pela perna.



Projeções em x:

$R - 2T \cdot \cos\alpha = 0 \Rightarrow R = 2T \cdot \cos\alpha$

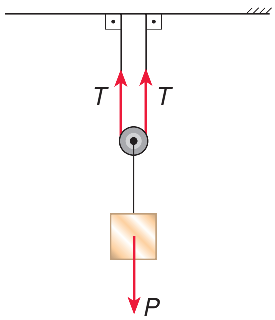
Para $\alpha = 60°$, vem: $R_1 = 2T \cdot \frac{1}{2}$

Para $\alpha = 45°$, vem: $R_2 = 2T \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

Dividindo membro a membro:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{R_2 = \sqrt{2} \cdot R_1}$$

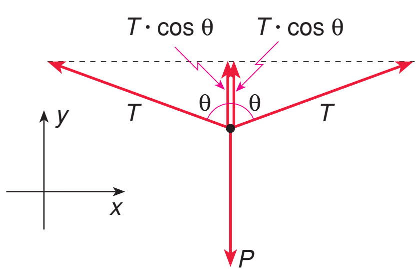
T.378 **Resposta:** b



Para $\theta = 90°$, temos $T = 50$ N. Assim:

$$T + T = P \Rightarrow 2T = P \Rightarrow 2 \cdot 50 = P \Rightarrow \boxed{P = 100 \text{ N}}$$

T.379 **Resposta:** d



Projeções em y:

$$T \cdot \cos\theta + T \cdot \cos\theta - P = 0$$

$$\boxed{T = \frac{P}{2 \cdot \cos\theta}}$$

Quanto maior o ângulo θ, menor é o cosseno do ângulo θ e maior a intensidade da força de tração T. Logo, a maior força na corda ocorre em IV.

T.380 **Resposta:** a

O torque provocado pelo peso do garoto tende a girar o portão no sentido horário. Nessas condições, a dobradiça *A* está sujeita a um esforço de tração e a dobradiça *B*, de compressão. Como uma dobradiça resiste mais a uma compressão do que a uma tração, é mais provável que a dobradiça *A* arrebente primeiro.

T.381 **Resposta:** a

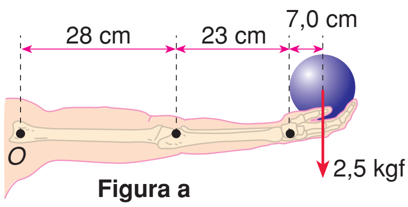


Figura a

Em módulo, o momento do peso da esfera em relação ao ponto *O* é dado por:

$M = 2{,}5\ \text{kgf} \cdot (0{,}28\ \text{m} + 0{,}23\ \text{m} + 0{,}07\ \text{m})$

$M = 2{,}5\ \text{kgf} \cdot 0{,}58\ \text{m} = 1{,}45\ \text{kgf} \cdot \text{m}$ $\boxed{\simeq 1{,}5\ \text{kgf} \cdot \text{m}}$

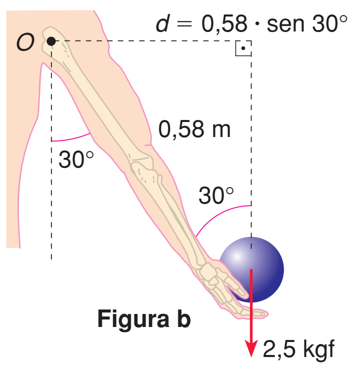


Figura b

Estando o braço numa posição que forma um ângulo de 30° com a vertical, o módulo do momento do peso da esfera será:

$M = 2{,}5\ \text{kgf} \cdot d$

$M = 2{,}5\ \text{kgf} \cdot 0{,}58\ \text{m} \cdot \text{sen}\ 30°$

$M = 2{,}5\ \text{kgf} \cdot 0{,}29\ \text{m}$

$M = 7{,}25 \cdot 10^{-3}\ \text{kgf} \cdot \text{m}$ $\boxed{\simeq 7{,}3 \cdot 10^{-3}\ \text{kgf} \cdot \text{m}}$

T.382 **Resposta:** d

Os momentos das forças $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$ em relação a *G* valem:

$M_1 = -F_1 \cdot 2{,}0 = -20 \cdot 2{,}0 \Rightarrow M_1 = -40\ \text{N} \cdot \text{m}$

$M_2 = 0$ (linha de ação passa por *G*)

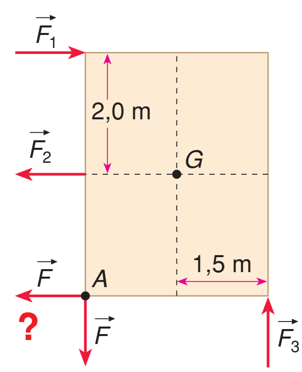
$M_3 = +F_3 \cdot 1{,}5 = +30 \cdot 1{,}5 \Rightarrow M_3 = +45\ \text{N} \cdot \text{m}$

O momento resultante dessas três forças será:

$M_R = M_1 + M_2 + M_3 = -40 + 45 \Rightarrow M_R = +5{,}0\ \text{N} \cdot \text{m}$

O momento da força aplicada em *A* deve valer:

$M_A = -5{,}0\ \text{N} \cdot \text{m}$



Se a força em A tiver direção **horizontal**, ela deve estar orientada **para a esquerda** (giro em sentido horário) e seu módulo deve ser:

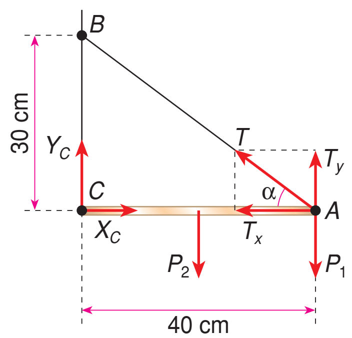
$$M_A = -F \cdot 2{,}0 \Rightarrow -5{,}0 = -F \cdot 2{,}0 \Rightarrow \boxed{F = 2{,}5\ \text{N}}$$

Se a força em A tiver direção **vertical**, ela deve estar orientada **para cima** (giro em sentido horário) e o módulo deve ser:

$$M_A = -F \cdot 1{,}5 \Rightarrow -5{,}0 = -F \cdot 1{,}5 \Rightarrow F = \frac{5{,}0}{1{,}5} \Rightarrow \boxed{F \simeq 3{,}3\ \text{N}}$$

T.383 **Resposta:** a

$g = 10\ \text{m/s}^2$
$m_1 = 500\ \text{g} = 0{,}5\ \text{kg}$
$m_2 = 800\ \text{g} = 0{,}8\ \text{kg}$



Da figura: $\text{sen}\ \alpha = \dfrac{3}{5} = 0{,}6$

Adotando C como pólo, para o cálculo dos momentos, vem:

$T_y \cdot 40 - P_1 \cdot 40 - P_2 \cdot 20 = 0$

$T \cdot \text{sen}\ \alpha \cdot 40 = m_1 g \cdot 40 + m_2 g \cdot 20$

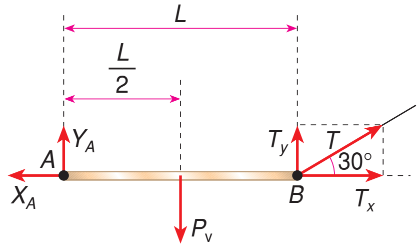
$T \cdot 0{,}6 \cdot 40 = 0{,}5 \cdot 10 \cdot 40 + 0{,}8 \cdot 10 \cdot 20$

$T \cdot 24 = 360$

$T = \dfrac{360}{24}$

$\boxed{T = 15\ \text{N}}$

T.384 **Resposta:** c



Adotando o ponto A como polo, para o cálculo dos momentos, vem:

$T_y \cdot L - P_v \cdot \frac{L}{2} = 0$

$T \cdot \text{sen } 30° = m_v \cdot g \cdot \frac{1}{2}$

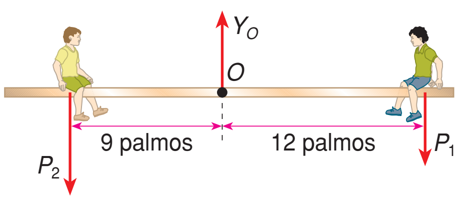
$T \cdot \frac{1}{2} = m_v \cdot g \cdot \frac{1}{2}$

$T = m_v \cdot g$

Como $T = M \cdot g$, vem: $M \cdot g = m_v \cdot g$

Portanto: $M = m_v \Rightarrow \boxed{M = 50 \text{ kg}}$

T.385 **Resposta:** a



A soma algébrica dos momentos é nula em relação ao ponto de sustentação O:

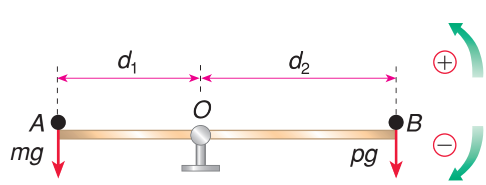
$P_2 \cdot 9 - P_1 \cdot 12 = 0$

$m_1 g \cdot 12 = m_2 g \cdot 9$

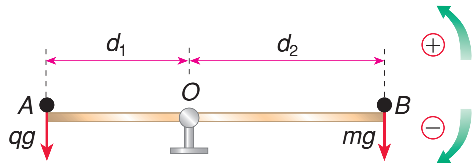
$m_1 \cdot 12 = 48 \cdot 9$

$\boxed{m_1 = 36 \text{ kg}}$

T.386 **Resposta:** b



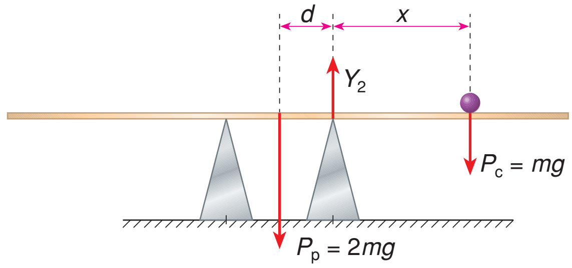
$M_O = 0 \Rightarrow mgd_1 = pgd_2 \Rightarrow md_1 = pd_2$ ①



$M_O = 0 \Rightarrow qgd_1 = mgd_2 \Rightarrow qd_1 = md_2 \Rightarrow md_2 = qd_1$ ②

Multiplicando ① por ②, temos: $m^2d_1d_2 = pqd_1d_2 \Rightarrow \boxed{m = \sqrt{pq}}$

T.387 **Resposta:** b



No instante em que a prancha começa a tombar, a reação do primeiro apoio (à esquerda) se anula: $Y_1 = 0$.

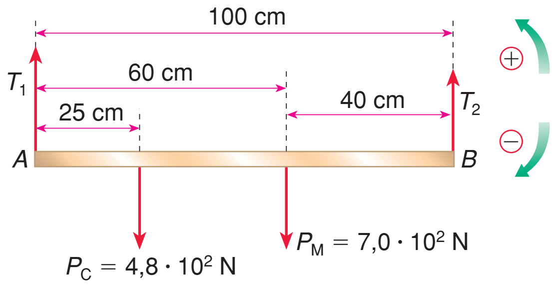
Adotando o segundo apoio como polo, na iminência de tombamento, temos:

$P_p \cdot d - P_c \cdot x = 0$

$2mg \cdot d = mgx$

$\boxed{x = 2d}$ (posição B)

T.388 **Resposta:** e



Estando o balanço em equilíbrio, a resultante das forças aplicadas deve ser nula. Portanto:

$T_1 + T_2 - P_C - P_M = 0$

$T_1 + T_2 = 4,8 \cdot 10^2 + 7,0 \cdot 10^2$

$T_1 + T_2 = 11,8 \cdot 10^2$ ①

Considerando a soma algébrica dos momentos nula em relação a A:

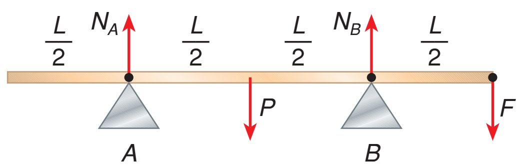
$M_{T_2} + M_{P_C} + M_{P_M} = 0$

$T_2 \cdot 100 - 4,8 \cdot 10^2 \cdot 25 - 7,0 \cdot 10^2 \cdot 60 = 0$

$\boxed{T_2 = 5,4 \cdot 10^2 \text{ N}}$ (corda mais próxima de Marcelo)

De ①: $\boxed{T_1 = 6,4 \cdot 10^2 \text{ N}}$ (corda mais próxima de Cristiana)

T.389 **Resposta:** a

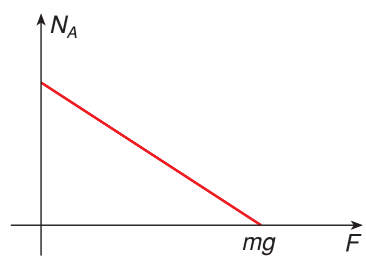


Considerando como polo o ponto de apoio B, a situação de equilíbrio permite escrever:

$$P \cdot \frac{L}{2} - F \cdot \frac{L}{2} - N_A \cdot L = 0$$

$$\boxed{N_A = \frac{P}{2} - \frac{F}{2}}$$

O gráfico ao lado representa N_A em função de F. Observe que à medida que F cresce, N_A diminui. Quando N_A se anula, F se iguala ao peso da barra ($P = mg$). Se F superar esse valor, a barra tomba.

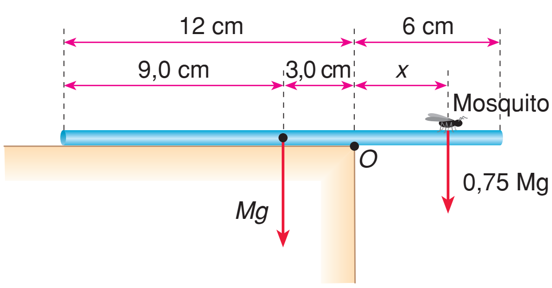


T.390 **Resposta:** a

Na situação extrema em que se anula a reação no primeiro apoio, considerando o ponto de apoio P como o polo, temos:

$$Mg \cdot \left(D - \frac{L}{2}\right) - mg \cdot d = 0 \Rightarrow \boxed{d = \left(D - \frac{L}{2}\right) \cdot \frac{M}{m}}$$

T.391 **Resposta:** b



O canudinho se apoiará na quina O quando estiver na iminência de tombar. Nesse caso, considerando o ponto O, temos:

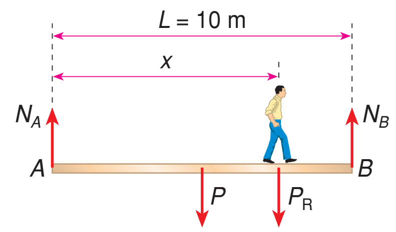
$Mg \cdot 3{,}0 - 0{,}75 \cdot Mgx = 0$

$x = 4{,}0$ cm

O mosquito percorreu a distância de 16 cm (12 cm + 4,0 cm), com velocidade de 2,5 mm/s = 0,25 cm/s, durante um certo intervalo de tempo t.

$$\Delta s = vt \Rightarrow 16 = 0{,}25 \cdot t \Rightarrow \boxed{t = 64 \text{ s}}$$

T.392 **Resposta:** b



Para uma posição qualquer x do rapaz de peso $\vec{P}_R$, adotando o apoio A como polo, temos:

$$N_B \cdot 10 - P \cdot 5 - P_R \cdot x = 0 \Rightarrow \boxed{N_B = \frac{P}{2} + P_R \cdot \frac{x}{10}} \quad ①$$

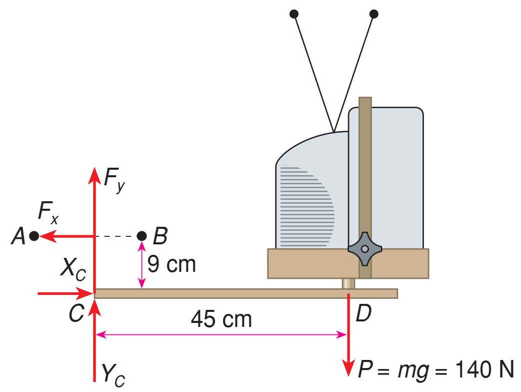
Para $x = 0$ (rapaz na posição A), temos: $N_B = 100$ N

De ①: $100 = \frac{P}{2} + P_R \cdot \frac{0}{10} \Rightarrow P = 200$ N (peso da prancha)

Para $x = 10$ m (rapaz na posição B), temos: $N_B = 700$ N

De ①: $700 = \frac{200}{2} + P_R \cdot \frac{10}{10} \Rightarrow \boxed{P_R = 600 \text{ N}}$

T.393 **Resposta:** b



Adotando o ponto C como polo, a condição de equilíbrio estabelece que a soma algébrica dos momentos das forças que agem no suporte é nula:

$M_c = M_{F_x} + M_p = 0$

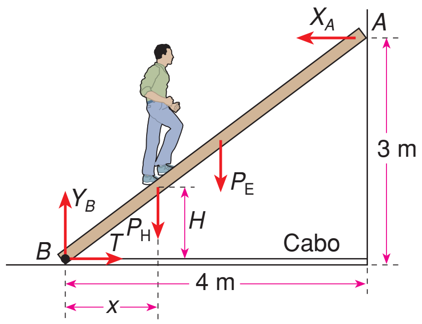
$F_x \cdot d_F - P \cdot d_p = 0$

$F_x \cdot d_F = P \cdot d_p$

$F_x \cdot 9 = 140 \cdot 45$

$\boxed{F_x = 700 \text{ N}}$

T.394 **Resposta:** e



Peso do homem: $P_H = 600$ N

Peso da escada: $P_E = 200$ N

Na iminência de rompimento do cabo, $T = 800$ N e, portanto, $X_A = 800$ N.

Adotando o ponto *B* como polo, a condição de equilíbrio estabelece:

$X_A \cdot 3 - P_H \cdot x - P_E \cdot 2 = 0$

$X_A \cdot 3 = P_H \cdot x + P_E \cdot 2$

$800 \cdot 3 = 600 \cdot x + 200 \cdot 2$

$24 = 6x + 4$

$$x = \frac{20}{6} \text{ m}$$

$$x = \frac{10}{3} \text{ m}$$

A altura *H* do degrau mais alto será dado por:

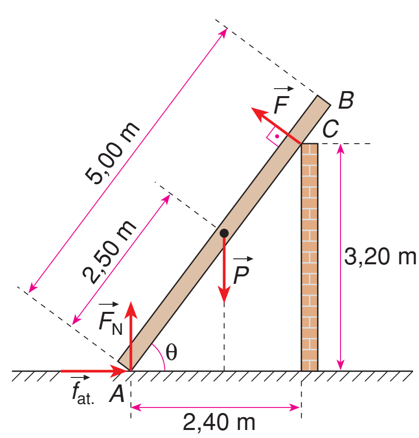
$$\frac{H}{x} = \frac{3}{4} \Rightarrow H = \frac{3}{4} \cdot x \Rightarrow H = \frac{3}{4} \cdot \frac{10}{3} \Rightarrow \boxed{H = 2{,}5 \text{ m}}$$

T.395 **Resposta:** a

As forças atuantes estão representadas na figura. A força $\vec{F}$ que o muro exerce na viga é perpendicular à viga. A distância *x* de sua linha de ação ao ponto *A* (adotado como polo) pode ser determinada pelo teorema de Pitágoras:

$x^2 = (2{,}40)^2 + (3{,}20)^2 \Rightarrow x = 4{,}00$ m

A distância da linha de ação do peso da viga ao ponto *A* é dada por:



$$d = 2{,}50 \cdot \cos\theta = 2{,}50 \, \frac{2{,}40}{x} \Rightarrow d = 2{,}50 \cdot \frac{2{,}40}{4{,}00} \Rightarrow d = 1{,}50 \text{ m}$$

Considerando a soma algébrica dos momentos nula em relação a *A*, vem:

$$F \cdot x - Pd = 0 \Rightarrow F \cdot x = P \cdot d \Rightarrow F \cdot 4{,}00 = 400 \cdot 1{,}50 \Rightarrow \boxed{F = 150 \text{ N}}$$

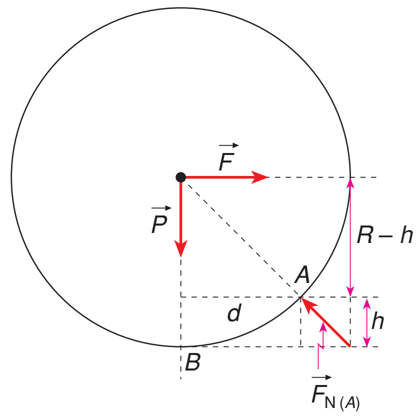
T.396 **Resposta:** a

Na iminência de movimento da esfera, a reação normal do apoio em B se anula ($F_{N(B)} = 0$). Em relação ao ponto de apoio A, temos os momentos do peso $\vec{P}$ da esfera (braço d) e da força $\vec{F}$ (braço $R - h$):

$P \cdot d - F \cdot (R - h) = 0$

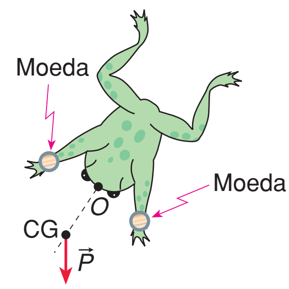
$P \cdot d = F \cdot (R - h)$

$$\boxed{F = \frac{d}{R - h} \cdot P}$$



T.397 **Resposta:** d

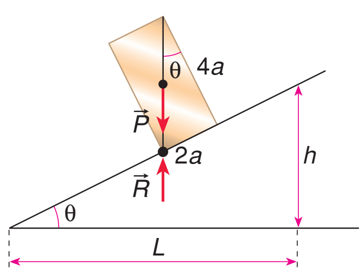
O sapinho permanece em equilíbrio estável porque o centro de gravidade do sistema situa-se **abaixo do ponto de apoio**. Observe que, girando-se o sistema de um certo ângulo, o momento do peso $\vec{P}$, em relação ao ponto de apoio O, não é nulo e tende a restaurar a posição de equilíbrio.



T.398 **Resposta:** d

O máximo ângulo θ do plano inclinado para o bloco não deslizar é tal que:

$\text{tg}\ \theta = \mu \Rightarrow \text{tg}\ \theta = 0{,}80$



Como $\text{tg}\ \theta = \frac{h}{L}$, temos: $\frac{h}{L} = 0{,}8$ (condição correspondente à iminência de deslizamento)

Na iminência de tombamento, temos:

$$\text{tg}\ \theta = \frac{2a}{4a} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{h}{L} = \frac{1}{2}}$$

(condição correspondente à iminência de tombamento)

Reunindo as condições obtidas, concluímos que a máxima inclinação do plano, sem que o bloco deslize ou tombe, é tal que: $\boxed{\frac{h}{L} = \frac{1}{2}}$ (o menor dos valores)

T.399 **Resposta:** a

Na posição proposta por Rafael, o centro de gravidade muda de posição e impossibilita o equilíbrio.

T.400 **Resposta:** d

Como $p = \frac{F}{A}$, suspendendo um pé, a área A reduz-se à metade e, portanto, a pressão duplica.

$$\boxed{p' = 2p}$$

T.401 **Resposta:** d

As forças têm módulos iguais, pois a tachinha está em equilíbrio. Assim: $\boxed{F_i = F_p}$

No entanto, no dedo indicador a área é menor (ponta) e, portanto, a pressão é maior, pois:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$$

Assim: $\boxed{p_i > p_p}$

T.402 **Resposta:** d

A área de cada janela vale: $A = 0{,}5 \cdot 0{,}25 \Rightarrow A = 0{,}125\ m^2$

A diferença entre a pressão interna e a pressão externa é dada por:

$\Delta p = 1{,}0 - 0{,}60 \Rightarrow \Delta p = 0{,}40\ atm \Rightarrow \Delta p = 0{,}40 \cdot 10^5\ N/m^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta p = 4{,}0 \cdot 10^4\ N/m^2$

A força atuante tem intensidade:

$F = \Delta p \cdot A \Rightarrow F = 4{,}0 \cdot 10^4 \cdot 0{,}125 \Rightarrow F = 0{,}5 \cdot 10^4 \Rightarrow F = 5.000\ N$

Admitindo que essa força corresponda ao peso de um corpo:

$$m = \frac{F}{g} = \frac{5.000}{10} \Rightarrow \boxed{m = 500\ kg}$$

T.403 **Resposta:** b

$p = 150\ N/m^2$; $a = 10\ cm = 10^{-1}\ m$

Área de cada face: $A = a^2 = 10^{-2}\ m^2$

Como $p = \frac{F}{A}$, temos: $F = pA = 150 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{F = 1{,}5\ N}$

T.404 **Resposta:** a

$V = (4{,}0 \cdot 5{,}0 \cdot 3{,}0)\ m^3 = 60\ m^3$; $d = 1{,}2\ kg/m^3$; $g = 10\ m/s^2$

A partir da definição de densidade, calcula-se a massa de ar na sala:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = dV = 1{,}2 \cdot 60 \Rightarrow m = 72\ kg$$

Da definição de peso, temos:

$$P = mg = 72 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{P = 720\ N}$$

T.405 **Resposta:** b

$a = 10^{-1}\ m$; $p = 10^4\ N/m^2$; $g = 10\ m/s^2$

Área de apoio: $A = a^2 = 10^{-2}\ m^2$

A partir da definição de pressão, obtém-se o peso total (P_t) dos quatro cubos.

$$p = \frac{P_t}{A} \Rightarrow P_t = pA = 10^4 \cdot 10^{-2} \Rightarrow P_t = 10^2\ N$$

Como $P_t = 4P$, sendo P o peso de cada cubo, tem-se:

$$P = \frac{P_t}{4} = \frac{10^2}{4} = 0{,}25 \cdot 10^2 \Rightarrow P = 25\ N$$

Também temos: $P = mg \Rightarrow 25 = m \cdot 10 \Rightarrow m = 2{,}5\ kg$

O volume de cada cubo é dado por: $V = a^3 = 10^{-3}\ m^3$

Utilizando a definição de densidade: $d = \frac{m}{V} = \frac{2{,}5}{10^{-3}} \Rightarrow \boxed{d = 2{,}5 \cdot 10^3\ kg/m^3}$

T.406 **Resposta:** d

$V = 50\ cm^3$; $m = 100\ g$; volume da parte vazia $= V' = 10\ cm^3$

A partir da definição de densidade para um corpo, temos:

$$d_c = \frac{m}{V} = \frac{100}{50} \Rightarrow \boxed{d_c = 2{,}0\ g/cm^3}$$

No cálculo da massa específica do alumínio, deve-se subtrair do volume do cubo o volume da parte vazia.

$$\mu_{Al} = \frac{m}{V - V'} = \frac{100}{50 - 10} = \frac{100}{40} \Rightarrow \boxed{\mu_{Al} = 2{,}5\ g/cm^3}$$

T.407 **Resposta:** e

Seja V o volume total da mistura. Devemos ter $0{,}96V$ para o volume de álcool e $0{,}04V$ para o volume de água.

$$d_{\text{álcool}} = \frac{m_{\text{álcool}}}{0{,}96V} = 800 \Rightarrow m_{\text{álcool}} = 768V$$

$$d_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{0{,}04V} = 1.000 \Rightarrow m_{\text{água}} = 40V$$

A massa total do álcool hidratado será:

$m = 768V + 40V \Rightarrow m = 808V$

A densidade do álcool hidratado será:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{808V}{V} \Rightarrow \boxed{d = 808\ g/\ell}$$

O posto IV apresentou uma amostra com uma porcentagem de água igual a 4% e o posto V, com uma porcentagem de água inferior a 4%.

T.408 **Resposta:** d

Dados: $\mu_1 = 1{,}7\ g/cm^3$; $\mu_2 = 1{,}2\ g/cm^3$; $\mu = 1{,}4\ g/cm^3$; $V = 1{,}0\ \ell = 1{,}0 \cdot 10^3\ cm^3$

$$\mu = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\mu_1 V_1 + \mu_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \mu V_1 + \mu V_2 = \mu_1 V_1 + \mu_2 V_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1{,}4V_1 + 1{,}4V_2 = 1{,}7V_1 + 1{,}2V_2 \Rightarrow$$

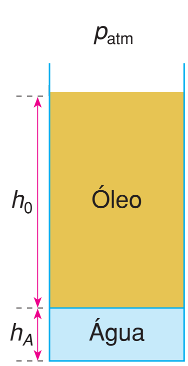
$$\Rightarrow 1{,}4V_2 - 1{,}2V_2 = 1{,}7V_1 - 1{,}4V_1 \Rightarrow 0{,}2V_2 = 0{,}3V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{3}{2}V_1 \ (1)$$

Como se deseja fazer 1 litro de solução, tem-se: $V_1 + V_2 = 1\ \ell$ (2)

Substituindo (1) em (2), temos: $V_1 + \frac{3}{2}V_1 = 1 \Rightarrow \frac{5V_1}{2} = 1 \Rightarrow \boxed{V_1 = 0{,}40\ \ell}$

Substituindo V_1 por $0{,}40\ \ell$ em (1), vem: $V_2 = \frac{3}{2} \cdot 0{,}40 \Rightarrow \boxed{V_2 = 0{,}60\ \ell}$

T.409 **Resposta:** a



$h_A = 20\ cm = 0{,}20\ m$

$h_0 = 80\ cm = 0{,}80\ m$

$d_A = 1{,}00 \cdot 10^3\ kg/m^3$

$d_0 = 0{,}80 \cdot 10^3\ kg/m^3$

$g = 10\ m/s^2$

$p_{atm} = 1{,}01 \cdot 10^5\ Pa$

A pressão no fundo do recipiente é dada por:

$p = p_{\text{água}} + p_{\text{óleo}} + p_{atm}$

$p = d_A g h_A + d_0 g h_0 + p_{atm}$

$p = 1{,}00 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}20 + 0{,}80 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}80 + 1{,}01 \cdot 10^5$

$p = 0{,}02 \cdot 10^5 + 0{,}064 \cdot 10^5 + 1{,}01 \cdot 10^5$

$\boxed{p = 1{,}094 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

T.410 **Resposta:** d

A pressão do ar no interior do sino será:

$p = p_{atm} + p_{coluna} = p_{atm} + dgh \Rightarrow$

$\Rightarrow p = 1 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10 = 1 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$

T.411 **Resposta:** a

De acordo com a fórmula $p = p_{atm} + dgh$, a pressão sobre a barragem aumenta com a profundidade h.

T.412 **Resposta:** b

Calculando a pressão em cada um dos pontos assinalados:

Ponto A:

$\boxed{p_A = p_{atm} = 1{,}00 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

Ponto B:

$p_B = p_A + d_1 g \cdot h_{AB}$

$p_B = 1{,}00 \cdot 10^5 + 0{,}80 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}00$

$\boxed{p_B = 1{,}08 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

Ponto C:

$p_C = p_B + d_2 g \cdot h_{BC}$

$p_C = 1{,}08 \cdot 10^5 + 0{,}90 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}00$

$\boxed{p_C = 1{,}17 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

Ponto D:

$p_D = p_C + d_3 g \cdot h_{CD}$

$p_D = 1{,}17 \cdot 10^5 + 1{,}00 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}00$

$\boxed{p_D = 1{,}27 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

Como, para um mesmo líquido, p varia com a profundidade y obedecendo a uma função do 1º grau, a representação gráfica entre cada dois pontos é um segmento de reta oblíquo. A inclinação de cada segmento de reta é tanto maior quanto maior for a densidade do líquido.

T.413 **Resposta:** a

Como todos os recipientes estão preenchidos por um mesmo líquido a uma mesma altura, a pressão exercida no fundo é a mesma em todos eles:

$p = p_{atm} + dgh$

A força no fundo tem intensidade que depende da área sobre a qual atua, pois $F = p \cdot A$.

Como a área é menor no recipiente III, temos que aí a força tem a menor intensidade.

Particularmente, no recipiente I, essa força no fundo é igual ao peso do líquido, pois esse recipiente é cilíndrico.

T.414 **Resposta:** b

À medida que se sobe na atmosfera, a pressão atmosférica diminui, pois diminui a altura da camada de ar ($p = dgh$). Se ao nível do mar a pressão atmosférica é 760 mmHg (76 cmHg), um barômetro que acusa um valor menor que esse (70 cmHg) está a uma maior altitude como no alto de uma montanha.

T.415 **Resposta:** a

A pressão do ar acima do líquido mais a pressão da coluna de água devem equilibrar a pressão atmosférica:

$$p_{ar} + p_{coluna} = p_{atm}$$

Ao sair água, a altura da coluna diminui e, portanto, diminui a pressão exercida pela coluna de água:

$$p_{coluna} = dgh$$

Para que o equilíbrio se mantenha a pressão do ar deve aumentar.

T.416 **Resposta:** e

A pressão hidrostática do plasma ($d = 1{,}04 \cdot 10^3$ kg/m^3) é dada por:

$p = dgh = 1{,}04 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 2 \Rightarrow p = 2{,}08 \cdot 10^4$ N/m^2

Como a resposta está em mmHg:

$$\left.\begin{array}{l} 1{,}013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ ——— } 760 \text{ mmHg} \\ 2{,}08 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 \text{ ——— } p \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{p = 156 \text{ mmHg}}$$

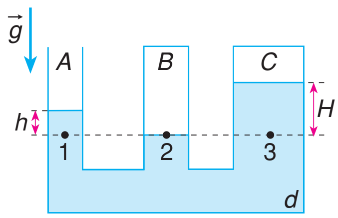
T.417 **Resposta:** c

Da figura: $p_{gás} = p_{atm} + dgh$

Sendo $p_{atm} = 1 \cdot 10^5$ N/m^2; $d = 1 \cdot 10^3$ kg/m^3; $g = 10$ m/s^2; $h = 1$ m, vem:

$p_{gás} = 1 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1 = 1 \cdot 10^5 + 0{,}1 \cdot 10^5 \Rightarrow \boxed{p_{gás} = 1{,}1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$

T.418 **Resposta:** d



$p_1 = p_2 = p_3 = p$

Ponto 1: $p = p_A + dgh$ ①

Ponto 2: $p = p_B$ ②

Ponto 3: $p = p_c + dgH$ ③

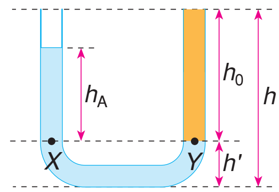
De ① e ②: $p_B > p_A$, pois: $p_B = p_A + dgh$

De ① e ③: $p_A > p_C$, pois: $p_A = p_C + dg \cdot (H - h)$, sendo $H > h$

Portanto: $\boxed{p_B > p_A > p_C}$

T.419 **Resposta:** d

Dados: $h = 42$ cm; $d_0 = 0{,}80$ g/cm^3; $d_A = 1{,}0$ g/cm^3



De $p_X = p_Y$, vem:

$d_A \cdot h_A = d_0 \cdot h_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 1{,}0h_A = 0{,}80h_0 \Rightarrow h_A = 0{,}80h_0$ ①

Mas: $h_0 + h' = 42$ cm ② e $h_A + 2h' = 42$ cm ③

Fazendo $2 \times$ ② $-$ ③, vem:

$2h_0 - h_A = 42 \Rightarrow 2h_0 - 0{,}80h_0 = 42 \Rightarrow 1{,}2h_0 = 42 \Rightarrow \boxed{h_0 = 35 \text{ cm}}$

T.420 **Resposta:** c

Temos $p_C = p_D$, pois os pontos C e D estão numa mesma horizontal num mesmo líquido.

T.421 **Resposta:** a

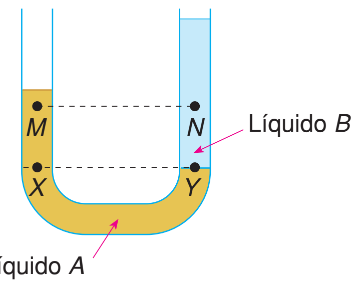
A coluna líquida MX deve exercer uma pressão maior que a coluna NY, pois $d_A > d_B$.

Assim: $\Delta p_{MX} > \Delta p_{NY}$

Mas: $\Delta p_{MX} = p_X - p_M$ e $\Delta p_{NY} = p_Y - p_N$

Então: $p_X - p_M > p_Y - p_N$

Logo: $p_X = p_Y \Rightarrow -p_M > -p_N \Rightarrow \boxed{p_M < p_N}$



T.422 **Resposta:** a

O aumento na pressão sobre o êmbolo, de acordo com o princípio de Pascal, se transmite integralmente aos pontos A e B. Então, a diferença de pressão entre esses pontos se mantém constante, isto é, $6 \cdot 10^4$ Pa.

T.423 **Resposta:** c

Dados: $m = 1.000$ kg; $g = 10$ m/s^2; $A_1 = 2.000$ cm^2; $A_2 = 10$ cm^2

$F_1 = P = mg = 1.000 \cdot 10 \Rightarrow F_1 = 10^4$ N

Como as intensidades das forças nos dois êmbolos são diretamente proporcionais às respectivas áreas:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{10^4}{2 \cdot 10^3} = \frac{F_2}{10} \Rightarrow \boxed{F_2 = 50 \text{ N}}$$

T.424 **Resposta:** a

Na prensa hidráulica, temos: $\dfrac{F_1}{A_1} = \dfrac{F_2}{A_2}$

Sabemos que:

$F_1 = m_1 g$, $F_2 = m_2 g$, $A_1 = \pi R_1^2$ e $A_2 = \pi R_2^2$

Daí:

$$\frac{m_1 g}{\pi R_1^2} = \frac{m_2 g}{\pi R_2^2} \Rightarrow \frac{m_1}{R_1^2} = \frac{m_2}{R_2^2}$$

São dados: $m_1 = 80$ kg; $R_1 = 0{,}50$ cm; $R_2 = 3{,}0$ cm

Assim, temos: $\dfrac{80}{(0{,}50)^2} = \dfrac{m_2}{(3{,}0)^2} \Rightarrow \dfrac{80}{0{,}25} = \dfrac{m_2}{9{,}0} \Rightarrow \boxed{m_2 = 2.880 \text{ kg}}$

T.425 **Resposta:** b

$a = 2{,}0$ cm; $g = 10$ m/s^2

$d_c = 5{,}0$ g/cm^3 $= 5{,}0 \cdot 10^3$ kg/m^3

$d_{líq.} = 1{,}25$ g/cm^3 $= 1{,}25 \cdot 10^3$ kg/m^3

$V_{líq.} = V_c = a^3 = 8{,}0$ cm^3 $= 8{,}0 \cdot 10^{-6}$ m^3

Pela definição de empuxo temos:

$$E = d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g = 1{,}25 \cdot 10^3 \cdot 8{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{E = 0{,}10 \text{ N}}$$

T.426 **Resposta:** c

Para cada caixa o equilíbrio estabelece: $E = P$

Como as massas são iguais, temos: $\boxed{E_{I} = E_{II} = E_{III}}$

T.427 **Resposta:** d

A densidade do planeta Saturno vale:

$$d = \frac{M_s}{V_s} = \frac{6 \cdot 10^{26}}{10^{24}} \Rightarrow d = 600 \text{ kg/m}^3$$

Um corpo com essa densidade flutua nos três líquidos considerados, pois todos são mais densos. Em todos eles o empuxo equilibra o peso.

Então:

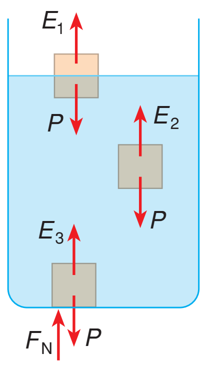
I. Incorreta.

II. Correta.

III. Correta.

IV. Incorreta.

T.428 **Resposta:** d



O empuxo nos objetos 1 e 2 é o mesmo, pois esses objetos estão em equilíbrio, um boiando e o outro totalmente imerso em qualquer posição: $E_1 = E_2 = P$

Para o corpo 3 que atinge o fundo: $E_3 + F_N = P$

Portanto: $E_3 < P$, $E_3 < E_1$ e $E_3 < E_2$

T.429 **Resposta:** c

Quando o estudante mergulha a mão, o líquido atua sobre ela com o empuxo $\vec{E}$. Sobre o líquido agirá uma reação $-\vec{E}$ que se transmite ao fundo, desequilibrando a balança, que passa a marcar um valor maior que 1,5 kg. Calculando esse valor adicional: $E = d_L \cdot V_L \cdot g$

Sendo $d_L = 1$ kg/ℓ, $V_L = 500$ cm^3 $= 0,5$ ℓ e $g = 10$ m/s^2, vem:

$E = 1 \cdot 0,5 \cdot 10 \Rightarrow E = 5$ N

Esse valor corresponde a uma massa adicional de 0,5 kg, o que faz com que a balança marque 2,0 kg.

T.430 **Resposta:** b

A força de tração em A tem intensidade igual à força de tração em B: $F_A = F_B$

Mas:

$F_A = P_A - E_A = m_A g - dVg$

$F_B = P_B - E_B = m_B g - \dfrac{2}{3} \cdot d \cdot \dfrac{3}{2} Vg = m_B g - dVg$

Igualando:

$m_A g - dVg = m_B g - dVg \Rightarrow m_A = m_B \Rightarrow \boxed{\dfrac{m_B}{m_A} = 1}$

T.431 **Resposta:** e

No rio o empuxo é o mesmo que no mar, pois equilibra o peso. O barco afunda mais no rio, pois deve deslocar maior volume de água para compensar a menor densidade.

T.432 **Resposta:** a

Na água doce (sem o cachorro): $P_B + P_M = E_1 = d_1 V_L g$

Na água do mar (com o cachorro): $P_B + P_M + P_C = E_2 = d_2 V_L g$

O volume de líquido deslocado é o mesmo nas duas situações. Dividindo membro a membro:

$$\frac{P_B + P_M}{P_B + P_M + P_C} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{P_B + P_M}{P_B + P_M + P_C} = \frac{d_1}{1,03 d_1} \Rightarrow$$

$\Rightarrow 1,03(m_B + m_M)g = (m_B + m_M + m_C)g \Rightarrow$

$\Rightarrow 1,03 m_B + 1,03 m_M = m_B + m_M + m_C \Rightarrow 0,03 m_B = -0,03\, m_M + m_C \Rightarrow$

$\Rightarrow 0,03 m_B = -0,03 \cdot 40 + 3 \Rightarrow 0,03 m_B = 1,8 \Rightarrow \boxed{m_B = 60 \text{ kg}}$

T.433 **Resposta:** d

Na água: $V_a = \frac{1}{2}V_e \Rightarrow E_a = d_aV_ag \Rightarrow E_a = d_a \cdot \frac{1}{2} \cdot V_eg$

No óleo: $V_o = \frac{3}{4}V_e \Rightarrow E_o = d_oV_og \Rightarrow E_o = d_o \cdot \frac{3}{4} \cdot V_eg$

Entretanto os empuxos E_a e E_o são iguais, pois equilibram o peso de uma mesma esfera:

$$E_a = E_o \Rightarrow d_a \cdot \frac{1}{2} \cdot V_eg = d_o \cdot \frac{3}{4} \cdot V_eg \Rightarrow d_a = \frac{3}{2}d_o \Rightarrow \boxed{\frac{d_a}{d_o} = \frac{3}{2}}$$

T.434 **Resposta:** a

Dados: $m_e = 180$ g; $V_e = 200$ cm^3; $d_{líq.} = 1{,}2$ g/cm^3

$$d_e = \frac{m_e}{V_e} = \frac{180}{200} \Rightarrow \boxed{d_e = 0{,}90 \text{ g/cm}^3}$$

A esfera flutua, pois $d_e < d_{líq.}$. Logo:

$$E = P \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g = m_eg \Rightarrow 1{,}2 \cdot V_{líq.} = 180 \Rightarrow \boxed{V_{líq.} = 150 \text{ cm}^3}$$

T.435 **Resposta:** b

Em ambos os casos o peso do sistema é equilibrado pelo empuxo aplicado pela água.

$P = E = d_{líq.} \cdot V_{líq.} \cdot g$ (lei de Arquimedes)

Portanto, em ambos os casos o volume de líquido deslocado é o mesmo e a altura h não se altera.

$V_{líq.}$ (1º caso) $= V_{líq.}$ (2º caso)

$$\frac{3}{5} \cdot 5V = x$$

$$\boxed{x = 3V}$$

Como o bloco menor tem volume V, então um volume $2V$ do bloco maior ficará imerso, o que corresponde a uma fração y do volume total ($5V$) dada por:

$$y = \frac{2V}{5V} \Rightarrow \boxed{y = \frac{2}{5}}$$

T.436 **Resposta:** a

Volume de líquido deslocado (igual ao volume da prancha):

$V_L = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}15 \Rightarrow V_L = 0{,}15\ m^3$

No equilíbrio:

$P_{PR} + P = E \Rightarrow d_m V_{PR} g + P = d_L V_L g \Rightarrow 600 \cdot 0{,}15 \cdot 10 + P = 1.000 \cdot 0{,}15 \cdot 10 \Rightarrow$

$\Rightarrow P = 1500 - 900 \Rightarrow \boxed{P = 600\ N}$

T.437 **Resposta:** c

A cada divisão preenchida com água, uma divisão imerge. Então, três divisões devem ser preenchidas para que o recipiente fique totalmente imerso, como é indicado na alternativa c.

T.438 **Resposta:** e

O empuxo equilibra o peso nos dois líquidos:

$E_1 = P$ e $E_2 = P$

Portanto: $E_1 = E_2 \Rightarrow d_A V_A g = d_L V_L g$

Sendo A a área da seção transversal do tubo, vem:

$d_A \cdot Ah_A = d_L \cdot Ah_L \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10{,}0 = d_L \cdot 8{,}0$

Daí: $d_L = \dfrac{10{,}0}{8{,}0} \Rightarrow \boxed{d_L = 1{,}25\ g/cm^3}$

T.439 **Resposta:** b

Em cada líquido o empuxo equilibra o peso:

$E_1 = P$ e $E_2 = P$

Portanto: $E_1 = E_2 \Rightarrow d_1 v_1 g = d_2 V_2 g$

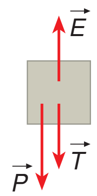
Mas: $V_1 = 0{,}5V$ e $V_2 = 0{,}8V$ (20% emersos e 80% imersos)

Logo:

$d_1 \cdot 0{,}5V = d_2 \cdot 0{,}8V \Rightarrow d_2 = d_1 \cdot \dfrac{0{,}5}{0{,}8} \Rightarrow d_2 = 1{,}20 \cdot \dfrac{0{,}5}{0{,}8} \Rightarrow \boxed{d_2 = 0{,}75\ g/cm^3}$

T.440 **Resposta:** c

Analisemos o que ocorre antes que o cilindro fique totalmente submerso. As forças nele atuantes são:

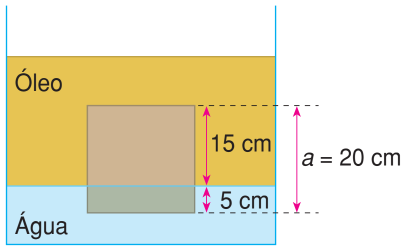


À medida que a água vai sendo acrescentada, em cada instante temos:

$E = P + T$ ou $E - T = P$

O empuxo E vai aumentando, pois aumenta o volume de água deslocado (volume imerso). Então, a tração T também aumenta. A diferença $E - T$ permanece constante, pois é igual ao peso P do cilindro.

T.441 **Resposta:** d



Dados:

$d_o = 0{,}8 \text{ g/cm}^3$

$d_a = 1 \text{ g/m}^3$

$h_o = 15 \text{ cm}$

$h_a = 5 \text{ cm}$

$a = 20 \text{ cm}$

No equilíbrio, o peso do cubo é equilibrado pela soma dos dois empuxos:

$P = E_o + E_a$

No óleo: $E_o = d_o V_o g = d_o a^2 \cdot h_0 g$

Na água: $E_a = d_a V_a g = d_a a^2 h_a g$

Assim:

$mg = d_o a^2 h_o g + d_a a^2 h_a g$

$m = d_o \cdot a^2 \cdot h_o + d_a \cdot a^2 \cdot h_a$

$m = 0{,}8 \cdot 20^2 \cdot 15 + 1 \cdot 20^2 \cdot 5$

$m = 6.800 \text{ g}$

$m = 6{,}8 \text{ kg}$

T.442 **Resposta:** e

$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow 200 \cdot 1{,}0 = 40 \cdot v_2 \Rightarrow \boxed{v_2 = 5{,}0 \text{ m/s}}$

T.443 **Resposta:** b

De $Z = \dfrac{V}{t}$ e $Z = \pi r^2 v$, temos:

$$\pi r^2 v = \frac{V}{t} \Rightarrow \boxed{v = \frac{V}{\pi r^2 t}}$$

T.444 **Resposta:** a

Sabemos que na seção de **menor área** a **velocidade de escoamento** do fluido é ***maior*** e a **pressão** é **menor**. Nessa seção a altura do líquido na saída vertical é menor. Assim, as figuras corretas são II e III.

T.445 **Resposta:** a

$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{d \cdot v_2^2}{2}$$

$$1{,}5 \cdot 10^5 + \frac{1{,}0 \cdot 10^3 \cdot (2{,}0)^2}{2} = p_2 + \frac{1{,}0 \cdot 10^3 \cdot (8{,}0)^2}{2}$$

$$\boxed{p_2 = 1{,}2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

T.446 **Resposta:** b

Devido ao vento, com o aumento da velocidade do ar que sopra tangencialmente à janela, a pressão externa diminui de acordo com a equação de Bernoulli.
A diferença de pressão interna (maior) e externa (menor) provoca a quebra do vidro da janela. Note que os fragmentos de vidro são jogados para fora.

T.447 **Resposta:** erradas: (0), (2) e (3); correta: (1)

0) Errada. Vimos no exercício **R.214** que o alcance máximo ocorre para o líquido saindo do orifício situado na altura $h = \frac{H}{2}$.

1) Correta. À medida que a quantidade de líquido for diminuindo, a pressão hidrostática, num determinado ponto do líquido, também diminuirá, pois é dada por $p = dgh$, em que h é a profundidade do ponto considerado.

2) Errada. De acordo com a equação de Torricelli, $v = \sqrt{2gh}$, conforme a quantidade de líquido for diminuindo, a profundidade h de um orifício, medida a partir do nível do líquido, também diminuirá. Consequentemente v diminuirá.

3) Errada. Quanto maior for a profundidade do orifício, maior a pressão e maior a velocidade com que o líquido será lançado. Entretanto, o erro do desenho está nos alcances. Estes não dependem só da velocidade de lançamento, mas também da altura de onde são lançados. Essa altura define o tempo de queda. (Reveja o exercício **R.214**.)