Resolução das atividades complementares

TERCEIRÃO FTD 1

Física

F1 – Conceitos básicos

p. 6

1 Dê os seguintes valores em unidades do SI:

a) 7 km
b) 5 min
c) 8 h
d) 580 cm
e) 15 000 mm
f) 85 cm
g) 600 g
h) 4 t
i) 3 200 g

Resolução:

a) 7 km
1 km = 1 000 m
7 km = 7 · 1 000 m = 7 000 m

b) 5 min
1 min = 60 s
5 min = 5 · 60 s = 300 s

c) 8 h
1 h = 3 600 s
8 h = 8 · 3 600 s = 28 800 s

d) 580 cm
1 cm = 0,01 m
580 cm = 580 · 0,01 m = 5,80 m

e) 15 000 mm
1 mm = 0,001 m
15 000 mm = 15 000 · 0,001 m = 15 m

f) 85 cm
1 cm = 0,01 m
85 cm = 85 · 0,01 m = 0,85 m

g) 600 g
1 g = 0,001 kg
600 g = 600 · 0,001 kg = 0,6 kg

h) 4 t
1 t = 1 000 kg
4 t = 4 · 1 000 kg = 4 000 kg

i) 3 200 g
1 g = 0,001 kg
3 200 = 3 200 · 0,001 kg = 3,2 kg

2 Escreva os seguintes valores em unidades do SI:

a) 2 km²
b) 0,08 km²
c) 9 000 cm²
d) 12 000 mm²
e) 150 dm²
f) 10 cm²

Resolução:

a) 2 km²
1 km = 1 000 m
2 km² = 2(1 000 m)² = 2 000 000 m²

b) 0,08 km²
1 km = 1 000 m
0,08 km² = 0,08(1 000 m)² = 80 000 m²

c) 9 000 cm²
1 cm = 0,01 m
9 000 cm² = 9 000(0,01 m)² = 0,9 m²

d) 12 000 mm²
1 mm² = 0,001 m
12 000 mm² = 12 000(0,001 m)² = 0,012 m²

e) 150 dm²
1 dm = 0,1 m
150 dm² = 150(0,1 m)² = 1,5 m²

f) 10 cm²
1 cm = 0,01 m
10 cm² = 10(0,01 m)² = 0,001 m²

3 Transforme em unidades do SI:

a) 1 000 cm^3
b) 500 ℓ
c) 60 dm^3
d) 10 ℓ
e) 36 km/h
f) 1 200 cm/min

Resolução:

a) 1 000 cm^3
1 cm = 0,01 m
1 000 cm^3 = 1 000(0,01 m)^3 = 0,001 m^3

b) 500 ℓ
1 ℓ = 10^{-3} m^3 = 0,001 m^3
500 ℓ = 500 · 0,001 m^3 = 0,5 m^3

c) 60 dm^3
1 dm^3 = 0,001 m^3
60 dm^3 = 60 · 0,001 m^3 = 0,06 m^3

d) 10 ℓ
1 ℓ = 0,001 m^3
10 ℓ = 10 · 0,001 m^3 = 0,01 m^3

e) 36 km/h
1 km = 1 000 m
1 h = 3 600 s
$$36 \text{ km/h} = \frac{36 \cdot 1\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$$

f) 1 200 cm/min
1 cm = 0,01 m
1 min = 60 s
$$1\,200 \text{ cm/min} = \frac{1\,200 \cdot 0{,}01 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0{,}2 \text{ m/s}$$

4 (UEMA) Qual das alternativas abaixo é a que contém as sete unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades (SI)?

a) Metro, quilograma-força, segundo, ampère, caloria, grama, candela.
b) Metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol, candela.
c) Quilômetro, metro, quilograma, ampère, caloria, grama, segundo.
d) Grau, metro, hora, segundo, kelvin, mol, candela.
e) Centímetro, quilograma-força, hora, volts, caloria, pascal, Celsius.

Resolução:

O SI estabelece sete unidades de base, cada uma delas correspondente a uma grandeza.

Grandeza	Unidade	Símbolo
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
intensidade de corrente elétrica	ampère	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de matéria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

5 Consideremos as seguintes medidas:
5,8 m; 9 s; 4 km/h; 12 cm^2 e 6 ℓ.

a) Qual o nome das unidades em que estão expressas?
b) Qual o nome da grandeza a que essas unidades se referem?

Resolução:
a) metro; segundo; quilômetro por hora; centímetro quadrado e litro
b) comprimento; tempo; velocidade; área e volume

6 (Ufla-MG) Comportamento típico dos internautas é "baixar" músicas para o computador através de *downloads*. Os arquivos das músicas são da ordem de MB (10^6 bites) e a velocidade de *download* kB/s (10^3 bites/segundo). Suponha um arquivo de 3,6 MB que deva ser "baixado" à velocidade de 2 kB/s; então o tempo de *download* será de:

a) 0,5 hora
b) 8 horas
c) 4 horas
d) 2 horas
e) 1 hora

Resolução:
3,6 MB = $3{,}6 \cdot 10^6$ bites
2 kB/s = $2 \cdot 10^3$ bites/s
Daí, vem:
$3{,}6 \cdot 10^6 : 2 \cdot 10^3 = 1{,}8 \cdot 10^3$ s = 1 800 s
Com 1 h = 3 600 s, vem:
1 800 : 3 600 = 0,5 h

7 (Uniube-MG) A indústria leiteira desempenha um papel importante na agroindústria no sul de Minas Gerais. Uma vaca produz cerca de 7 L por ordenha. A vazão média do leite ao sair da vaca é de 0,5 L/min em cada teta. Numa ordenha manual, o ordenhador utiliza as duas mãos de forma a ter leite saindo de duas tetas a qualquer momento. Quanto tempo dura uma ordenha?

a) 0,5 min
b) 1,8 min
c) 3,5 min
d) 7,0 min
e) 14 min

Resolução:
Cada teta deve produzir 3,5 L. Logo:
3,5 : 0,5 = 7 min

8 Numa campanha nacional de vacinação, $1{,}0 \cdot 10^7$ crianças foram atendidas e receberam duas gotas de vacina cada uma. Supondo serem necessárias 20 gotas para preencher 1,0 cm^3, qual é, em litros, o volume de vacina usado nessa campanha? 1 000 ℓ

Resolução:
Total de gotas: $1{,}0 \cdot 10^7 \cdot 2 = 2 \cdot 10^7$ gotas

20 gotas — 1 cm^3
$2 \cdot 10^7$ gotas — x

$$x = \frac{2 \cdot 10^7}{20} = 1 \cdot 10^6 \ cm^3$$

1 ℓ — 10^{-3} m^3 — 10^3 cm^3
x ——— $1 \cdot 10^6$ cm^3

$$x = \frac{1 \cdot 10^6}{10^3} = 10^3 \ \ell \simeq 1\,000 \ \ell$$

F2 – Cinemática escalar

p. 12

1 (PUC-SP) Considere a seguinte situação: um ônibus movendo-se numa estrada e duas pessoas: uma, *A*, sentada no ônibus e outra, *B*, parada na estrada, ambas observando uma lâmpada fixa no teto do ônibus. *A* diz: "A lâmpada não se move em relação a mim, uma vez que a distância que nos separa permanece constante". *B* diz: "A lâmpada está se movimentando, uma vez que está se afastando de mim".

a) *A* está errada e *B* está certa.
b) *A* está certa e *B* está errada.
c) Ambas estão erradas.
d) Cada uma, dentro do seu ponto de vista, está certa.
e) n.d.a.

Resolução:
Relativamente aos referenciais considerados, *A* e *B* estão corretas.

2 (UFG-GO) Em uma maratona de 42 km, o ponto de saída coincide com o de chegada. Os organizadores da prova definiram que seriam montados pontos de apoio para que um maratonista, que corre 5 m/s em média, encontrasse um desses pontos a cada 10 minutos.

a) Quantos pontos de apoio serão montados se na saída/chegada é montado um? 14 pontos
b) Qual a distância, em metros, entre dois desses pontos consecutivos? 3 000 m

Resolução:
a) Correndo a 5m/s = 5 · 3,6 km/h = 18 km/h, o tempo gasto para completar a prova é de:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow 18 = \frac{42}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{42}{18} = \frac{7}{3}\ \text{h}$$

ou

$$\Delta t = \frac{7}{3} \cdot 60\ \text{min} = 140\ \text{min}$$

O total de pontos de apoio é igual a:

$$\frac{140\ \text{min}}{10\ \text{min}} = 14\ \text{pontos de apoio}$$

b) A distância entre esses pontos é igual a:

$$\frac{42\ \text{km}}{14} = 3\ \text{km ou } 3\,000\ \text{m}$$

3 (UFPA) Um transatlântico faz uma viagem de 3 600 km em 6 dias e 6 horas. Em metros por segundo, sua velocidade de cruzeiro é, aproximadamente:

a) 24,12
b) 12,40
c) 6,70
d) 3,40
e) 1,86

Resolução:

$v_m = 3\,600$ km

$\Delta t = 6$ dias $+ 6$ h $= 6 \cdot 24$ h $+ 6$ h $= 150$ h

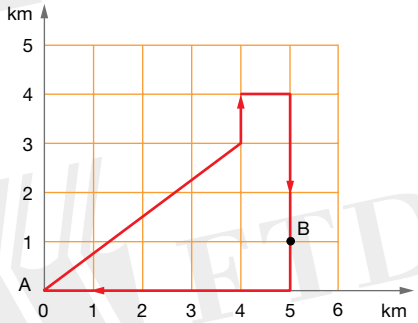
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3\,600}{150} \rightarrow v_m = 24 \text{ km/h} = \frac{24}{3{,}6} \text{ m/s}$$

$v_m \simeq 6{,}70$ m/s

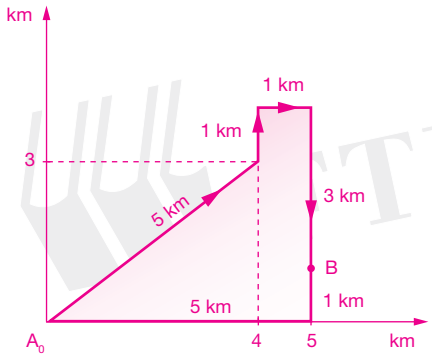
4 (Fuvest-SP) A figura representa a trajetória de um caminhão de entregas que parte de *A*, vai até *B* e retorna a *A*. No trajeto de *A* a *B* o caminhão mantém uma velocidade média de 30 km/h; na volta, de *B* até *A*, gasta 6 minutos.

Qual o tempo gasto pelo caminhão para ir de *A* até *B*? 20 min

Qual a velocidade média do caminhão quando vai de *B* até *A*, em km/h? 60 km/h



Resolução:



De *A* a *B*

$v_m = 30 \text{ km/h} = \dfrac{10 \text{ km}}{\Delta t}$

$\Delta t = \dfrac{10 \text{ km}}{30 \text{ km/h}}$

$\Delta t = \dfrac{1}{3}$ h $= 20$ min

De *B* a *A*

$\Delta t = 6$ min : 60 min $= 0{,}1$ h

$v_m = \dfrac{6 \text{ km}}{0{,}1 \text{ h}} = 60$ km/h

5 (Unifor-CE) O motorista de um automóvel percorre a distância de 600 km entre duas cidades. Nos primeiros 300 km da viagem ele mantém a velocidade média de 120 km/h, fazendo, em seguida, uma parada de 30 min. Prossegue a viagem gastando mais 3,0 h para completá-la.

A velocidade escalar média do automóvel, no percurso todo, foi de:

a) 78 km/h
b) 85 km/h
c) 90 km/h
d) 95 km/h
e) 100 km/h

Resolução:

1º trecho: $\Delta s = 300$ km

$v_m = 120$ km/h

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow 120 = \frac{300}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 2{,}5 \text{ h}$$

parado: $30 \text{ min} = \frac{30}{60} \text{ h} = 0{,}5 \text{ h}$

2º trecho: $\Delta s = 300$ km

$\Delta t = 3$ h

No trecho total:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{600}{2{,}5 + 0{,}5 + 3} = \frac{600}{6} \rightarrow v_m = 100 \text{ km/h}$$

6 (UEL-PR) Um carro percorreu a metade de uma estrada viajando a 30 km/h, e a outra metade da estrada, a 60 km/h. Sua velocidade média no percurso total foi de:

a) 60 km/h
b) 54 km/h
c) 48 km/h
d) 40 km/h
e) 30 km/h

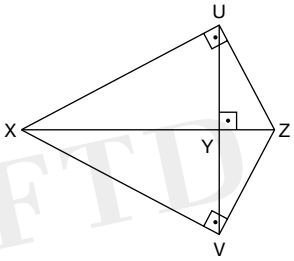
Resolução:

1º trecho: $v_m = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \rightarrow 30 = \frac{x}{\Delta t_1} \rightarrow \Delta t_1 = \frac{x}{30}$ h

2º trecho: $v_m = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} \rightarrow 60 = \frac{x}{\Delta t_2} \rightarrow \Delta t_2 = \frac{x}{60}$ h

$$v_m = \frac{x + x}{\frac{x}{30} + \frac{x}{60}} = \frac{2x}{\frac{2x + x}{60}} = \frac{2x}{\frac{3x}{60}} = \cancel{2x} \cdot \frac{60}{\cancel{3x}} \rightarrow v_m = 40 \text{ km/h}$$

7 (PUC-SP) Determinada área de uma praça tem caminhos retilíneos que formam entre si triângulos retângulos tais que XY = 40 m e YZ = 10 m, conforme mostra a figura abaixo.



Se um ciclista gasta 8,0 segundos no percurso $\overline{UV}$, sua velocidade média, em m/s, é:

a) 1,0
b) 2,5
c) 5,0
d) 7,5
e) 10,0

Resolução:

Da figura, temos:

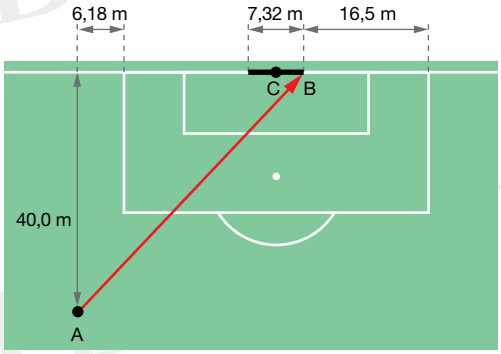
$(UY)^2 = XY \cdot YZ \rightarrow (UY)^2 = 40 \cdot 10 \rightarrow UY = 20$ m

$YV = UY = 20$ m

Sendo $UV = 20 + 20 = 40$ m, temos:

$$v_m = \frac{UV}{\Delta t} = \frac{40}{8} = 5 \text{ m/s}$$

8 (UFPR) Em uma partida de futebol, durante um lance normal, um jogador localizado no ponto *A* chuta uma bola rasteira com velocidade de 90 km/h em direção a um canto inferior da trave, conforme ilustrado na figura ao lado, que não está representada em escala. Suponha que a bola se desloque em linha reta e com velocidade constante.

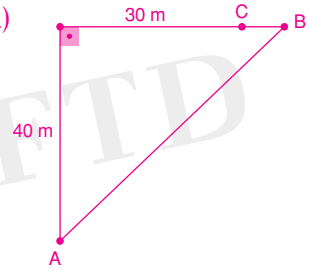


a) Calcule o tempo necessário, em segundos, para a bola atingir o ponto *B*. 2 s

b) Supondo que o goleiro esteja com as mãos próximas ao corpo, e que no instante do chute ele esteja parado no centro da linha de gol (ponto *C*), calcule a velocidade média que suas mãos devem atingir, ao saltar em direção ao ponto *B*, de modo a desviar a bola, para que não seja marcado o gol. Expresse a velocidade em km/h. $\simeq$ 6,6 km/h

Resolução:

a)



$(AB)^2 = 30^2 + 40^2 \rightarrow AB = 50$ m

Sendo 90 km/h = 25 m/s, temos: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow 25 = \frac{50}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 2$ s

b) Sendo $CB = \frac{7{,}32}{2} = 3{,}66$ m, temos: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{3{,}66}{2} = 1{,}83$ m/s ou $\simeq$ 6,6 km/h

9 (UFRJ) Nas últimas Olimpíadas, em Atenas, o maratonista brasileiro Vanderlei Cordeiro de Lima liderava a prova quando foi interceptado por um fanático. A gravação cronometrada do episódio indica que ele perdeu 20 segundos desde o instante em que foi interceptado até o instante em que retomou o curso normal da prova.

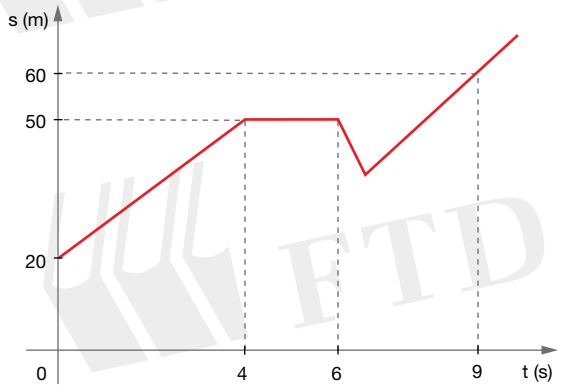
Suponha que, no momento do incidente, Vanderlei corresse a 5,0 m/s e que, sem ser interrompido, mantivesse constante sua velocidade.

Calcule a distância que nosso atleta teria percorrido durante o tempo perdido. 100 m

Resolução:

Com velocidade constante, o movimento do maratonista seria uniforme. Assim, a distância percorrida seria: $\Delta s = vt \rightarrow \Delta s = 5 \cdot 20 \rightarrow \Delta s = 100$ m

10 (Fatec-SP) Um objeto se desloca em uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo descreve as posições do objeto em função do tempo.



Analise as seguintes afirmações a respeito desse movimento:

I – Entre t = 0 e t = 4 s o objeto executou um movimento retilíneo uniformemente acelerado.

II – Entre t = 4 s e t = 6 s o objeto se deslocou 50 m.

III – Entre t = 4 s e t = 9 s o objeto se deslocou com uma velocidade média de 2 m/s.

Deve-se afirmar que apenas:

a) I é correta.
b) II é correta.
c) III é correta.
d) I e II são corretas.
e) II e III são corretas.

Resolução:

I. Falsa. De 0 a 4 s, o movimento é uniforme, pois a relação s = f(t) é do 1º grau.

II. Falsa. Entre t = 4 s e t = 6 s, o objeto está em repouso, pois o espaço permanece constante.

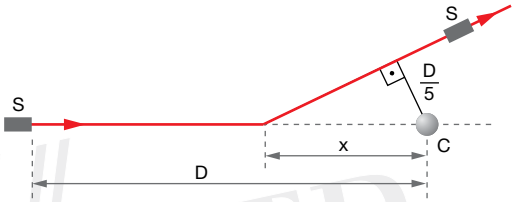
III. Verdadeira. $t_1 = 4\text{ s} \rightarrow s_1 = 50\text{ m}$

$t_2 = 9\text{ s} \rightarrow s_2 = 60\text{ m}$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{10\text{ m}}{5\text{ s}} = 2\text{ m/s}$$

Observação: A expressão "se deslocou" ficou imprecisa, pois de 4 s a 6 s o objeto estava em repouso.

11 (Vunesp-SP) A missão *Deep Impact*, concluída com sucesso em julho, consistiu em enviar uma sonda ao cometa Tempel, para investigar a composição do seu núcleo. Considere uma missão semelhante, na qual uma sonda espacial *S*, percorrendo uma trajetória retilínea, aproxima-se do núcleo de um cometa *C*, com velocidade *v* constante relativamente ao cometa. Quando se encontra à distância *D* do cometa, a sonda lança um projétil rumo ao seu núcleo, também em linha reta e com velocidade constante $\frac{3v}{2}$, relativamente ao cometa. No instante em que o projétil atinge seu alvo, a sonda assume nova trajetória retilínea, com a mesma velocidade *v*, desviando-se do cometa. A aproximação máxima da sonda com o cometa ocorre quando a distância entre eles é $\frac{D}{5}$, como esquematizado na figura.



Desprezando efeitos gravitacionais do cometa sobre a sonda e o projétil, calcule:

a) a distância *x* da sonda em relação ao número do cometa, no instante em que o projétil atinge o cometa. Apresente a sua resposta em função de *D*. $x = \frac{D}{3}$

b) o instante, medido a partir do lançamento do projétil, em que ocorre a máxima aproximação entre a sonda e o cometa. Dê a resposta em função de *D* e *v*. $t = \frac{14\,D}{15\,v}$

Resolução:

a) Como os movimentos da sonda e do projétil são uniformes, temos: $\begin{cases} D - x = v \cdot t & (1) \\ D = \frac{3v}{2} \cdot t & (2) \end{cases}$

$$(1):(2) \rightarrow \frac{D - x}{D} = \frac{\cancel{v} \cdot \cancel{t}}{\frac{3\cancel{v}}{2} \cdot \cancel{t}} \rightarrow x = \frac{D}{3}$$

b) Sendo *y* a distância entre o ponto de desvio da sonda e o ponto de aproximação máxima, vem:

$$x^2 = y^2 + \left(\frac{D}{5}\right)^2 \rightarrow y^2 = \left(\frac{D}{3}\right)^2 - \left(\frac{D}{5}\right)^2 \rightarrow y = \frac{4D}{15}$$

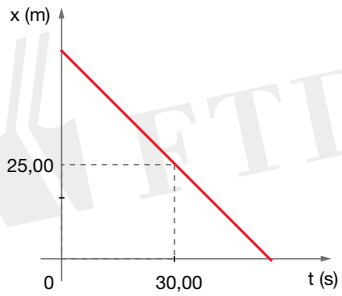
O deslocamento total da sonda é dado por:

$$\Delta S = (D - x) + y = D - \frac{D}{3} + \frac{4D}{15} = \frac{14D}{15}$$

Como o movimento é uniforme, temos:

$$\Delta S = v \cdot t \rightarrow \frac{14D}{15} = v \cdot t \rightarrow t = \frac{14D}{15v}$$

12 (Mack-SP) Correndo com uma bicicleta, ao longo de um trecho retilíneo de uma ciclovia, uma criança mantém a velocidade constante de módulo igual a 2,50 m/s. O diagrama horário da posição para esse movimento está ilustrado ao lado. Segundo o referencial adotado, no instante t = 15,00 s, a posição *x* da criança é igual a:



a) −37,50 m
b) −12,50 m
c) 12,50 m
d) 37,50 m
e) 62,50 m

Resolução:

Sendo o movimento uniforme e a reta do gráfico x × t decrescente, a velocidade escalar é negativa.

Para t = 30 s

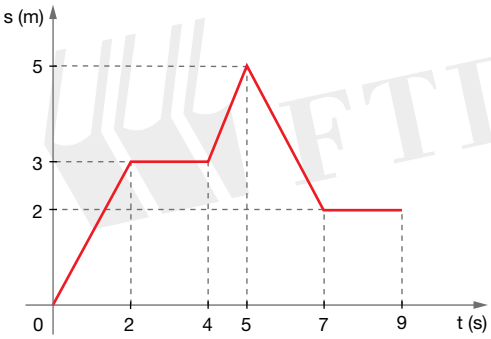
$$s_{30} = s_0 + vt$$
$$25 = s_0 - 2{,}5 \cdot 30$$
$$s_0 = 100 \text{ m}$$

Para t = 15 s

$$s_{15} = s_0 + vt$$
$$s_{15} = 100 - 2{,}5 \cdot 15$$
$$s_{15} = 62{,}5 \text{ m}$$

Em questões como a 13, as alternativas verdadeiras devem ser marcadas na coluna I, e as falsas, na II.

13 (UFSE) Considere o gráfico da posição *S* de um móvel em função do tempo para analisar as afirmações que seguem.



V	F
0	~~0~~
~~1~~	1
2	~~2~~
3	~~3~~
~~4~~	4

V – F

0 – 0 A velocidade é máxima no instante 5 s.

1 – 1 A velocidade média no intervalo de tempo de 0 a 5 s é de 1 m/s.

2 – 2 De 0 a 2 s, o movimento é uniformemente variado acelerado.

3 – 3 De 5 s a 7 s, o movimento é uniformemente retardado.

4 – 4 De 7 s a 9 s, o móvel permanece parado.

Resolução:

0-0. Falsa.

A velocidade é máxima no intervalo de tempo de 4 s a 5 s, isto é, $v = \dfrac{5 - 3}{5 - 4} = 2$ m/s.

1-1. Verdadeira.

De 0 a 5 s $\begin{cases} \Delta s = 5 - 0 = 5 \text{ m} \\ \Delta t = 5 - 0 = 5 \text{ s} \end{cases} \rightarrow v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{5}{5} = 1 \text{ m/s}$

2-2. Falsa.

De 0 a 2 s o movimento é uniforme.

3-3. Falsa.

De 5 s a 7 s o movimento é uniforme e retardado ($v < 0$).

4-4. Verdadeira.

De 7 s a 9 s o móvel está parado na posição 2 m.

14 Um automóvel, correndo com velocidade de 90 km/h, é freado com uma aceleração constante e pára em 5 s. Qual a aceleração introduzida pelos freios? $-5\ m/s^2$

Resolução:

Dados $\begin{cases} v_0 = 90\ km/h = 25\ m/s \\ t = 5\ s \\ v = 0 \end{cases}$

$v = v_0 + at \rightarrow 0 = 25 + a \cdot 5 \rightarrow a = -5\ m/s^2$

15 A função da velocidade de um móvel em movimento retilíneo é dada por $v = 50 + 4t$ (no SI).

a) Qual a velocidade inicial e a aceleração do móvel? $50\ m/s$ e $4\ m/s^2$

b) Qual a velocidade do móvel no instante 5 s? $70\ m/s$

c) Em que instante a velocidade do móvel é igual a 100 m/s? $12{,}5\ s$

Resolução:

a) Por comparação, temos:

$v = 50 + 4t$
$v = v_0 + at$ $\rightarrow$ $v_0 = 50\ m/s$, $a = 4\ m/s^2$

b) $v = 50 + 4 \cdot 5 \rightarrow v = 70\ m/s$

c) $v = 50 + 4t \rightarrow 100 = 50 + 4t \rightarrow t = 12{,}5\ s$

16 (Cesgranrio-RJ) Um atleta desloca-se em movimento uniformemente variado. Às 2 h, 29 min e 55 s, sua velocidade é de 1 m/s e, logo a seguir, às 2 h, 30 min e 25 s, está com 10 m/s. Qual a aceleração escalar desse atleta?

a) $0{,}03\ m/s^2$
b) $0{,}1\ m/s^2$
c) $0{,}3\ m/s^2$
d) $1{,}0\ m/s^2$
e) $3{,}0\ m/s^2$

Resolução:

$t_1 = 2h\,29min\,55s = 7\,200\,s + 1\,740\,s + 55\,s = 8\,995\,s$

$t_2 = 2h\,30min\,25s = 7\,200\,s + 1\,800\,s + 25\,s = 9\,025\,s$

$\Delta t = 9\,025 - 8\,995 = 30\,s$

$\Delta v = v_2 - v_1 = 10 - 1 = 9\ m/s$

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{9}{30} \rightarrow a = 0{,}3\ m/s^2$

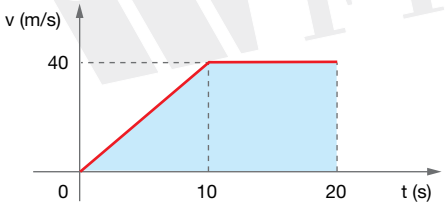
17 Um móvel parte com velocidade de 4 m/s de um ponto de uma trajetória retilínea com aceleração constante de 5 m/s². Ache sua velocidade no instante 16 s. 84 m/s

Resolução:

Dados $\begin{cases} v_0 = 4 \text{ m/s} \\ a = 5 \text{ m/s}^2 \\ t = 16 \text{ s} \end{cases}$

$v = v_0 + at \rightarrow v = 4 + 5 \cdot 16 \rightarrow v = 84 \text{ m/s}$

18 O gráfico da figura mostra como o módulo da velocidade de uma partícula varia em função do tempo. Analise as afirmações.



I – De 0 s a 10 s a partícula tem velocidade constante.

II – De 10 s a 20 s a partícula tem aceleração constante e não-nula.

III – A área em azul representa a distância percorrida pela partícula de 0 s a 20 s.

IV – De 0 s a 10 s a partícula tem velocidade dada pela equação v = 4t.

Quais estão corretas? III e IV

Resolução:

I. Falsa; de 0 a 10 s a velocidade é variável.

II. Falsa; de 10 a 20 s a aceleração é nula.

III. Correta, pois: $\Delta s = \dfrac{(20 + 10) \cdot 40}{2} = 600 \rightarrow 600 \text{ m}$

IV. Correta, pois: Sendo $a = \dfrac{40}{10} = 4 \rightarrow 4 \text{ m/s}$, vem:

$v = v_0 + at \rightarrow v = 0 + 4t$

$v = 4t$

p. 23

19 (Mack-SP) No manual do proprietário de um automóvel, consta a indicação de que o veículo, partindo do repouso, atinge a velocidade de 99 km/h em 11 s. Para que isso ocorra, a aceleração escalar média do carro deverá ser de:

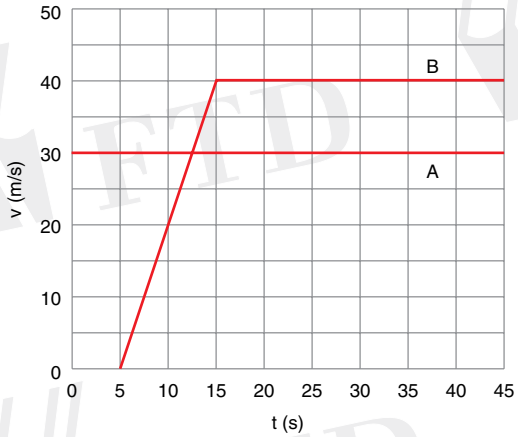
a) 1,5 m/s²
b) 2,0 m/s²
c) 2,5 m/s²
d) 3,0 m/s²
e) 3,5 m/s²

Resolução:

Efetuando-se as devidas transformações de unidade: $v = 99 \text{ km/h} = 99 \cdot \dfrac{1}{3{,}6} \cdot \text{m/s} = 27{,}5 \text{ m/s}$

Aplicando-se a definição de aceleração escalar média: $a_m = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{27{,}5 - 0}{11} \therefore a_m = 2{,}5 \text{ m/s}^2$

20 (Vunesp-SP) Um veículo *A* passa por um posto policial a uma velocidade constante acima do permitido no local. Pouco tempo depois, um policial em um veículo *B* parte em perseguição do veículo *A*. Os movimentos dos veículos são descritos nos gráficos da figura.



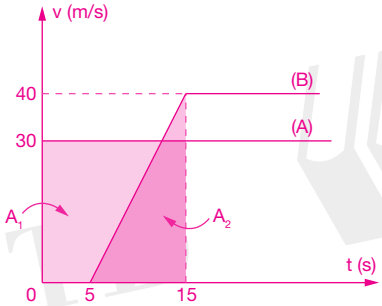
Tomando o posto policial como referência para estabelecer as posições dos veículos e utilizando as informações do gráfico, calcule:

a) a distância que separa o veículo *B* de *A* no instante t = 15,0 s; 250 m

b) o instante em que o veículo *B* alcança *A*. 40 s

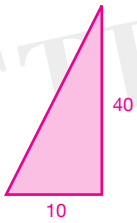
Resolução:

a) Do gráfico temos:



A distância que separa o veículo *B* de *A* no instante t = 15,0 s corresponde à diferença das áreas A_1 e A_2 em destaque no gráfico.

$A_1 = 30 \cdot 15 = 450$



$A_2 = \dfrac{10 \cdot 40}{2} = 200$

$d = A_1 - A_2 \rightarrow d = 450 - 200 \rightarrow d = 250$ m

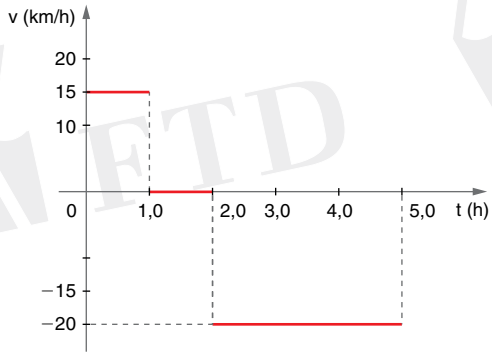
b) A partir do instante t = 15 s, os veículos *A* e *B* executam movimento uniforme. O móvel *B* tem velocidade $v_B = 40$ m/s e o móvel *A* tem velocidade $v_A = 30$ m/s.

O intervalo de tempo necessário para *B* alcançar *A* será:

$$\Delta t = \frac{d}{v_B - v_A} \rightarrow \Delta t = \frac{250}{40 - 30} \rightarrow \Delta t = 25 \text{ s}$$

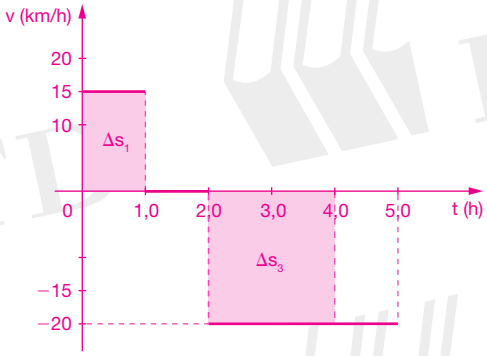
O instante do encontro será $t_e = 25 + 15$, portanto $t_e = 40$ s.

21 (UFPE) A figura mostra um gráfico da velocidade em função do tempo para um veículo que realiza um movimento composto de movimentos retilíneos uniformes. Sabendo-se que em $t = 0$ a posição do veículo é $x_0 = +50$ km, calcule a posição do veículo no instante $t = 4{,}0$ h, em km. 25 km



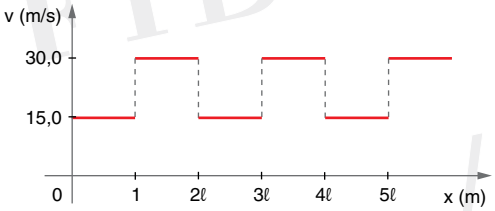
Resolução:

Do gráfico, temos:



De 0 a 1 s o veículo tem velocidade positiva.
Logo: $\Delta s_1 = 1 \cdot 15 = 15$ km.
De 1 s a 2 s a velocidade é nula.
Logo: $\Delta s_2 = 0$.
De 2 s a 4 s a velocidade é negativa.
Logo: $\Delta s_3 = -2 \cdot 20 = -40$ km.
A posição do veículo é:
$x = 50 + 15 + 0 - 40 \rightarrow x = 25$ km

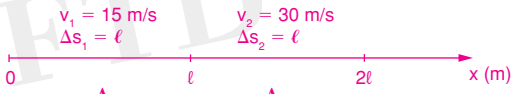
22 (UFPI) A figura mostra como varia o módulo da velocidade de uma partícula que percorre vários caminhos retilíneos, sucessivos e todos de mesmo comprimento ℓ. Se a distância total percorrida pela partícula é $L = N\ell$, sendo N um número inteiro maior ou igual a 2, é correto afirmar que o valor da velocidade média no percurso total é:



a) 25,0 m/s, se N é par.
b) 22,5 m/s, se N é ímpar.
c) 20,0 m/s, se N é par.
d) 22,5 m/s, se N é par.
e) 25,0 m/s, se N é ímpar.

Resolução:

Se $N = 2$, temos:



$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta t_1 &= \frac{\ell}{15} \\ \Delta t_2 &= \frac{\ell}{30} \end{aligned}\right\} \Delta t = \frac{\ell}{15} + \frac{\ell}{30} = \frac{\ell}{10}$$

A velocidade média no trecho $\Delta s = 2\ell$, é:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\ell}{\frac{\ell}{10}} = 20 \text{ m/s}$$

23 (Ufla-MG) Um predador, em repouso, observa uma presa a uma distância de 60 m. Repentinamente, o predador dispara em direção à presa e a apanha em 14 segundos; nos primeiros 50 metros, realiza um movimento retilíneo uniformemente acelerado com aceleração de 1,0 m/s², e nos 10 metros restantes, desacelera uniformemente, atingindo a presa com velocidade de 2 m/s. Supondo que a presa tenha permanecido imóvel durante todo o ataque do predador, calcule os itens a seguir.

a) O tempo gasto pelo predador para percorrer os primeiros 50 metros. 10 s

b) A velocidade do predador ao final dos 50 metros. 10 m/s

c) A desaceleração impressa pelo predador nos 10 metros finais do ataque. 4,8 m/s²

Resolução:

Das informações contidas no enunciado, podemos escrever:

a)

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow 50 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot t^2 \rightarrow t^2 = 100 \rightarrow t = 10 \text{ s}$$

b) $v = v_0 + at \rightarrow v = 0 + 1(10) \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$

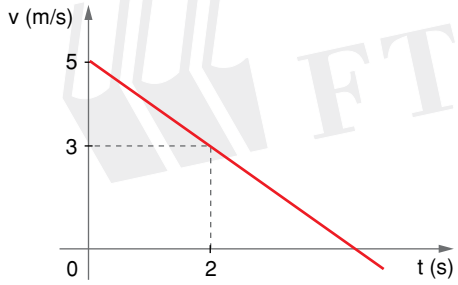
c)

$$v^2 = v_0^2 + 2a\,\Delta s \rightarrow 2^2 = 10^2 + 2 \cdot a \cdot 10 \rightarrow a = -4{,}8 \text{ m/s}^2 \text{ ou } |a| = 4{,}8 \text{ m/s}^2$$

Leia o texto a seguir e responda às questões de 24 a 27.

Um mesmo fenômeno físico pode ser representado de várias maneiras, através de gráficos ou equações algébricas, por exemplo. Muitas vezes, os gráficos sintetizam e tornam visuais informações que não são evidentes em equações algébricas, bem como as equações são capazes de quantificar fatos que através de gráficos são apenas qualitativos.

Assim, por exemplo, a velocidade de um objeto móvel, como função do tempo, é representada pelo gráfico a seguir.



24 (UEL-PR) Com base no gráfico, assinale a alternativa cuja equação descreve, corretamente, a velocidade do objeto, em função do tempo:

a) $v(t) = 5 + t$

b) $v(t) = 5 - t$

c) $v(t) = 3 + 2t$

d) $v(t) = 5 - 2t$

e) $v(t) = -5 + 5t$

Resolução:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \frac{3 - 5}{2 - 0} \rightarrow a = -1 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_0 + at \rightarrow v = 5 - t$$

25 (UEL-PR) Com base no gráfico, é correto afirmar que o objeto móvel terá sua velocidade negativa após o instante de tempo:

a) 1 s
b) 2 s
c) 3 s
d) 4 s
e) 5 s

Resolução:

Fazendo $v = 0$, temos: $0 = 5 - t \rightarrow t = 5$

26 (UEL-PR) Com base no gráfico, considere que no instante inicial o objeto esteja na origem, $x(0) = 0$. Nessas condições, é correto afirmar que a equação que descreve a posição $x(t)$ do objeto, em função do tempo, é dada por:

a) $x(t) = 5t + \frac{5t^2}{2}$
b) $x(t) = -5t + \frac{5t^2}{2}$
c) $x(t) = 3t + t^2$
d) $x(t) = 5t - \frac{t^2}{2}$
e) $x(t) = 5t - t^2$

Resolução:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow x(t) = 0 + 5t - \frac{1}{2}t^2$$

$$x(t) = 5t - \frac{t^2}{2}$$

27 (UEL-PR) Com base no gráfico, é correto afirmar que ao atingir a velocidade zero, a partir do ponto inicial, o objeto percorreu:

a) uma distância nula, pois voltou ao ponto inicial.
b) uma distância de 10 m.
c) uma distância de 12,5 m.
d) uma distância de 15 m.
e) uma distância de 25 m.

Resolução:

$$\Delta s = \frac{5 \cdot 5}{2} = 12{,}5 \text{ m}$$

Em questões como a 28, a resposta é dada pela soma dos números que identificam as alternativas corretas.

28 (UFSC) No momento em que acende a luz verde de um semáforo, uma moto e um carro iniciam seus movimentos, com acelerações constantes e de mesma direção e sentido. A variação de velocidade da moto é de 0,5 m/s e a do carro é de 1,0 m/s, em cada segundo, até atingirem as velocidades de 30 m/s e 20 m/s, respectivamente, quando, então, seguem o percurso em movimento retilíneo uniforme.

(01) A velocidade média da moto, nos primeiros 80 s, é de 20,5 m/s.

(02) O movimento da moto é acelerado e o do carro é retilíneo uniforme, 50 s após iniciarem seus movimentos.

(04) Após 60 s em movimento, o carro está 200 m à frente da moto.

(08) A ultrapassagem do carro pela moto ocorre 75 s após ambos arrancarem no semáforo.

(16) A moto ultrapassa o carro a 1 200 m do semáforo.

(32) 40 s após o início de seus movimentos, o carro e a moto têm a mesma velocidade. 50

Resolução:

(01) Falsa

A aceleração da moto é 0,5 m/s² e a do carro é 1 m/s².

$$s = s_0 v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow s = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 0{,}5t^2$$

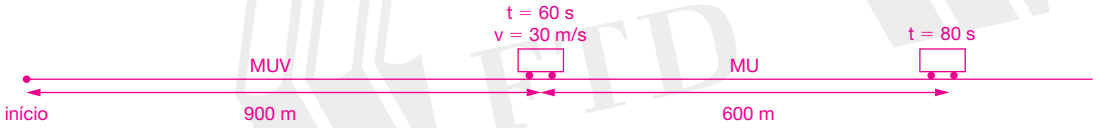
$$s = 0{,}25t^2$$

$$v = v_0 + at \rightarrow v = 0 + 0{,}5t$$

$$v = 0{,}5t$$

Quando a moto atinge a velocidade de 30 m/s, temos:

$30 = 0{,}5t \rightarrow t = 60$ s (A partir desse instante a moto realiza um MU.)



$s = 0{,}25t^2 = 0{,}25 \cdot 60^2 = 900$ m

$s = 30t = 30\,(80 - 60) = 600$ m

A velocidade média da moto é: $v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{900 + 600}{80} = 18{,}75$ m/s

(02) Verdadeira

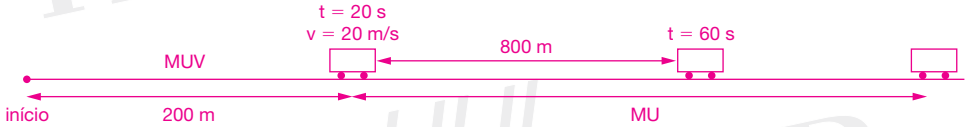
Para o movimento do carro, temos: $s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow s = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot t^2$

$$s = 0{,}5t^2$$

$v = v_0 + at \rightarrow \quad v = 0 + 1t \rightarrow v = t$

Quando o carro atinge 20 m/s, temos: $v = t \rightarrow 20 = t \rightarrow t = 20$ s

(A partir desse instante o carro realiza um MU.)



$s = 0{,}5t^2 = 0{,}5 \cdot 20^2 = 200$ m

Quando t = 50 s, a moto realiza um movimento acelerado (MUV) e o carro, um movimento retilíneo e uniforme.

(04) Falsa

Quando t = 60 s, o carro está na posição: $s = 20\,t = 20\,(60 - 20) = 800$ m

$s_c = 200 + 800 = 1\,000$ m

Quando t = 60 s, a moto está na posição 900 m. Logo, o carro está $(1\,000 - 900) = 100$ m na frente.

(08) Falsa

Os movimentos são uniformes. Logo: $s_c = 100 + 20\,t$ e $s_m = 0 + 30\,t = 30t$

No encontro, temos: $s_c = s_m \rightarrow 100 + 20t = 30t \rightarrow t = 10$ s

Portanto, a ultrapassagem ocorre no instante: $t = 60 + 10 = 70$ s

(16) Verdadeira

Como a moto leva mais 10 s para alcançar o carro, ela percorre: $s = 30\,t = 30 \cdot 10 = 300$ m

A posição da ultrapassagem é: 900 m + 300 m = 1 200 m

(32) Verdadeira

No instante 40 s o carro tem velocidade constante de 20 m/s. Nesse instante a velocidade da moto é: $v_m = 0{,}5\,t \rightarrow v_m = 0{,}5 \cdot 40 = 20$ m/s

Então, a moto e o carro possuem a mesma velocidade de 20 m/s.

São corretas as afirmativas 02, 16 e 32, somando 50.

29 (UFCE) A velocidade instantânea de uma partícula que se desloca na direção *x* é dada por $v(t) = 1 + 2t$. Determine o deslocamento da partícula entre os instantes $t_1 = 1{,}0$ s e $t_2 = 5{,}0$ s.

28 unidades de comprimento

Resolução:

A velocidade da partícula nos instantes $t_1 = 1$ s e $t_2 = 5$ s é igual a:

$v_1 = 1 + 2 \cdot 1 \rightarrow v_1 = 3$ m/s

$v_2 = 1 + 2 \cdot 5 \rightarrow v_2 = 11$ m/s

Usando a equação de Torricelli, temos:

$v_2^2 = v_1^2 + 2a\Delta s \rightarrow 11^2 = 1^2 + 2 \cdot 2 \cdot \Delta s$

$\Delta s = 28$ uc

Em testes como o 30, a resposta é dada pela soma dos números que identificam as alternativas corretas.

30 (UFMS) A tabela abaixo fornece, em vários instantes, os valores da velocidade de um corpo que se desloca em linha reta.

t (s)	v (m/s)
1,0	5,0
2,0	8,0
3,0	11,0
4,0	14,0
5,0	17,0

A respeito desse movimento descrito pela tabela, é correto afirmar que:

(01) é caracterizado pela aceleração variável

(02) é caracterizado como movimento retilíneo uniformemente variado

(04) o valor da aceleração, calculado a partir da tabela apresentada, tem um valor constante de 3 m/s²

(08) considerando a aceleração constante, o espaço inicial quando foi acionado o cronômetro correspondeu à posição 0 m

(16) considerando a aceleração constante, a velocidade inicial quando foi acionado o cronômetro correspondeu a 2 m/s

(32) observando os valores da tabela, entre os instantes 1 s e 2 s, o espaço percorrido correspondeu a 6,5 m

54

Resolução:

O movimento é retilíneo uniformemente variado com aceleração constante $a = 3$ m/s².

A velocidade inicial $v_0 = 2$ m/s.

O espaço percorrido entre 1 s e 2 s vale:

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$

$8^2 = 5^2 + 2 \cdot 3 \cdot \Delta s \rightarrow \Delta s = 6{,}5$ m

São corretas as afirmativas 02, 04, 16 e 32, somando 54.

31 (UFSC) Quanto ao movimento de um corpo lançado verticalmente para cima e submetido somente à ação da gravidade, é correto afirmar que: 21

(01) A velocidade do corpo no ponto de altura máxima é zero instantaneamente.
(02) A velocidade do corpo é constante para todo o percurso.
(04) O tempo necessário para a subida é igual ao tempo de descida, sempre que o corpo é lançado de um ponto e retorna ao mesmo ponto.
(08) A aceleração do corpo é maior na descida do que na subida.
(16) Para um dado ponto na trajetória, a velocidade tem os mesmos valores, em módulo, na subida e na descida.

Resolução:

(01) Correta. No ponto de altura máxima a velocidade do corpo é nula.
(02) Falsa. A velocidade varia, pois o movimento do corpo é uniformemente variado.
(04) Correta. Quando o corpo sai de um certo ponto e retorna a esse mesmo ponto, o tempo de subida é igual ao de descida.
(08) Falsa. A aceleração é constante e igual à aceleração da gravidade.
(16) Correta. A velocidade na subida é igual, em módulo, à velocidade na descida num mesmo ponto da trajetória.

São corretas as afirmativas 01, 04 e 16, somando 21.

32 (UFES) Um projétil é disparado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial igual a 200 m/s. Desprezando-se a resistência do ar, a altura máxima alcançada pelo projétil e o tempo necessário para alcançá-la são, respectivamente:

a) 4 000 m; 40 s
b) 4 000 m; 20 s
c) 2 000 m; 40 s
d) 2 000 m; 20 s
e) 2 000 m; 10 s

Resolução:

$v_0 = 200$ m/s

$v = v_0 + g \cdot t$

$0 = 200 - 10 \cdot t \rightarrow t = 20$ s

$s = s_0 + v_0 \cdot t + \dfrac{g \cdot t^2}{2}$

$s = 0 + 200 \cdot t - \dfrac{10t^2}{2}$

$s = 200t - 5t^2$

$s = 200 \cdot 20 - 5 \cdot 20^2 \rightarrow s = 2\,000$ m

33 (Cefet-BA) Um balão, em movimento vertical ascendente à velocidade constante de 10 m/s, está a 75 m da Terra, quando dele se desprende um objeto. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e desprezando a resistência do ar, o tempo, em segundos, em que o objeto chegará à Terra é:

a) 5
b) 20
c) 10
d) 8
e) 7

Resolução:

Para o objeto, temos:

$v_0 = 10$ m/s (igual à velocidade do avião)

$s_0 = 75$ m (igual à altura do avião)

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$0 = 75 + 10 \cdot t - 5t^2$

$5t^2 - 10t - 75 = 0 \rightarrow t = 5$ s

34 (Unemat-MT) Dois corpos foram abandonados no vácuo, a partir do mesmo ponto no mesmo local. O primeiro corpo (A) é de aço e o segundo corpo (B) é de cobre. Os dois corpos são sólidos. O primeiro tem o triplo do peso do segundo. De acordo com os dados, é correto afirmar que:

F a) o corpo *A* tem aceleração maior que o corpo *B*.
F b) o corpo *B* tem aceleração maior que o corpo *A*.
V c) o corpo *A* e o corpo *B* possuem a mesma aceleração, que é a aceleração local da gravidade.
F d) a velocidade inicial do corpo *A* é maior que a velocidade inicial do corpo *B*.

Resolução:

a) Falsa. Os corpos *A* e *B* possuem a mesma aceleração (aceleração da gravidade local).
b) Falsa. Veja o item *a*.
c) Verdadeira. Veja o item *a*.
d) Falsa. As velocidades iniciais são ambas nulas.

35 (UERN) Um corpo é abandonado, a partir do repouso, de uma altura de 8,45 m acima do solo, considerado plano e horizontal.

Sendo g = 10 m/s² e desprezando-se a resistência do ar, pode-se afirmar que esse corpo atinge o solo com a velocidade, em m/s, igual a:

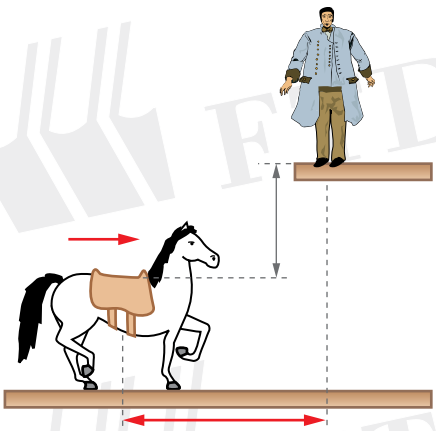
a) 5
b) 7
c) 9
d) 11
e) 13

Resolução:

$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta s \rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 8{,}45 \rightarrow v = 13$ m/s

36 (Ufla-MG) Num espetáculo circense, o artista posiciona-se no alto de uma plataforma, quando seu cavalo adentra o picadeiro num movimento retilíneo uniforme. O profissional do circo deixa-se cair verticalmente da plataforma e atinge exatamente a sela do animal, o que provoca uma explosão de aplausos.

Considerando que $g = 10\ m/s^2$; a altura vertical H_h plataforma-sela 3 m; e a velocidade do cavalo 5 m/s, pode-se afirmar que a distância horizontal D_H entre sela e plataforma no momento do salto, em metros, é:



a) $\sqrt{60}$
b) $\sqrt{30}$
c) $\sqrt{20}$
d) 10
e) $\sqrt{15}$

Resolução:

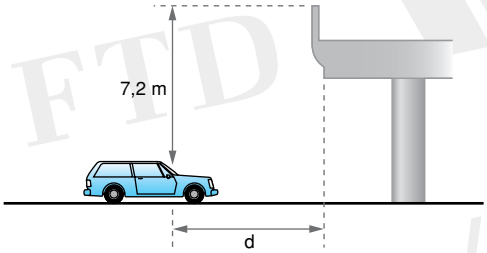
Determinando o tempo de queda, temos:

$$s = \cancel{s_0}^{\,0} + \cancel{v_0 t}^{\,0} + \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 3 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{6}{10}}\ s$$

Sendo o movimento do cavalo uniforme, temos:

$$s = v \cdot t \rightarrow s = 5 \cdot \sqrt{\frac{6}{10}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 6}{10}} = \sqrt{\frac{150}{10}} = \sqrt{15}\ m$$

37 (FGV-SP) Freqüentemente, quando estamos por passar sob um viaduto, observamos uma placa orientando o motorista para que comunique à polícia qualquer atitude suspeita em cima do viaduto. O alerta serve para deixar o motorista atento a um tipo de assalto que tem se tornado comum e que segue um procedimento bastante elaborado. Contando que o motorista passe em determinado trecho da estrada com velocidade constante, um assaltante, sobre o viaduto, aguarda a passagem do pára-brisa do carro por uma referência previamente marcada na estrada. Nesse momento, abandona em queda livre uma pedra que cai enquanto o carro se move para debaixo do viaduto. A pedra atinge o vidro do carro quebrando-o e forçando o motorista a parar no acostamento mais à frente, onde outro assaltante aguarda para realizar o furto.



Suponha que, em um desses assaltos, a pedra caia por 7,2 m antes de atingir o pára-brisa de um carro. Nessas condições, desprezando-se a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade $10\ m/s^2$, a distância *d* da marca de referência, relativamente à trajetória vertical que a pedra realizará em sua queda, para um trecho de estrada onde os carros se movem com velocidade constante de 120 km/h, está a:

a) 22 m
b) 36 m
c) 40 m
d) 64 m
e) 80 m

Resolução:

Cálculo do tempo de queda:

$$\Delta s = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 7{,}2 = 0 + \frac{10}{2}t^2 \rightarrow t = 1{,}2\ s$$

Cálculo da distância *d*:

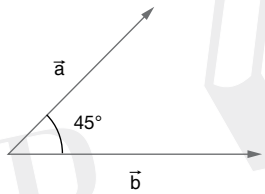
$$d = vt \rightarrow d = \frac{120}{3{,}6} \cdot 1{,}2 \rightarrow d = 40\ m$$

F3 – Cinemática vetorial

p. 34

1 Calcule o módulo do vetor soma de $\vec{a}$ e $\vec{b}$ em cada caso.

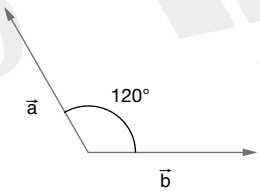
a)



$\sqrt{89}$ cm

Dados: $\begin{cases} a = 3 \text{ cm}; \ b = 5\sqrt{2} \text{ cm}; \\ \cos 45° = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$

b)



7 m

Dados: $\begin{cases} a = 5 \text{ cm}; \ b = 8 \text{ m}; \\ \cos 120° = -\dfrac{1}{2} \end{cases}$

Resolução:

a) $s = \sqrt{a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos 45°}$

$s = \sqrt{3^2 + (5\sqrt{2})^2 + 2 \cdot 3 \cdot 5\sqrt{2} \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2}}$

$s = \sqrt{89}$

b) $s = \sqrt{5^2 + 8^2 + 2 \cdot 5 \cdot 8 \cdot \cos 120°}$

$s = \sqrt{25 + 64 + 80 \cdot \left(-\dfrac{1}{2}\right)}$

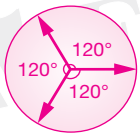
$s = \sqrt{49} = 7 \text{ m}$

2 O que são vetores iguais?

Resolução:
São vetores com mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido.

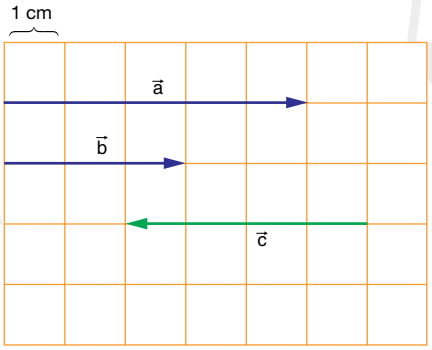
3 Podem-se combinar dois vetores de módulos iguais para que se tenha uma resultante nula? E três vetores de módulos iguais?

Resolução:
Sim, se eles forem opostos. Sim, se eles forem dispostos da seguinte forma:



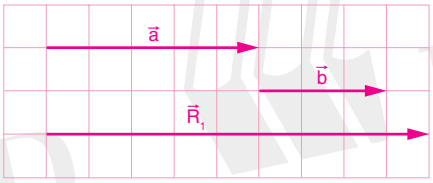
4 Dados os vetores $\vec{a}$, $\vec{b}$ e $\vec{c}$, determine:

a) $\vec{R}_1 = \vec{a} + \vec{b}$ b) $\vec{R}_2 = \vec{a} + \vec{c}$ c) $\vec{R}_3 = \vec{b} + \vec{c}$

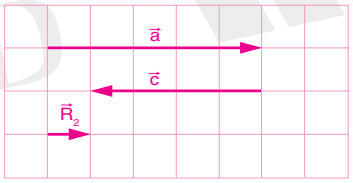


Resolução:

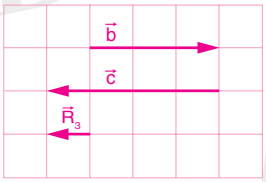
a)



b)



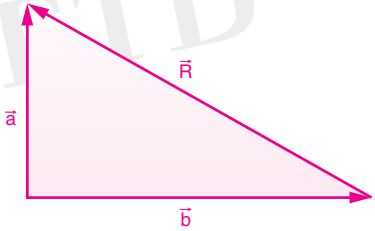
c)



5 Ache o módulo do vetor $(\vec{a} - \vec{b})$, sabendo que a = 6 cm e b = 10 cm. $2\sqrt{34}$ cm

Resolução:

Dados $\begin{cases} a = 6 \text{ cm} \\ b = 10 \text{ cm} \end{cases}$



$R^2 = a^2 + b^2$

$R^2 = 6^2 + 10^2$

$R = \sqrt{136} = 2\sqrt{34}$ cm

6 Quais as condições para que o módulo do vetor soma de dois vetores, não-nulos, seja igual a zero?

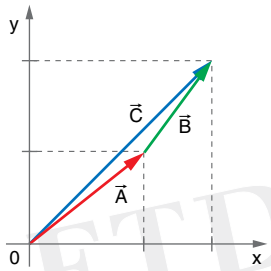
Resolução:

1 – vetores de módulos iguais

2 – mesma direção

3 – sentidos opostos, isto é, $\alpha = 180°$

7 (Cefet-PR) A figura mostra os vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$.



Sobre eles, pode-se afirmar que:

I) A soma da componente de *A* e a componente de *B*, ao longo de cada eixo, é igual à componente de *C* ao longo deste eixo.

II) Pode-se obter *C*, tanto somando *A* e *B* diretamente, como somando as componentes de *A* e *B*.

III) Considerando que os vetores *A* e *B* possuem módulos diferentes, *A* e *B* podem ser combinados e obteremos resultante nula.

IV) O vetor *B* é a diferença entre o vetor *C* e o vetor *A*.

É correta a alternativa:

a) I, II e IV são verdadeiras.

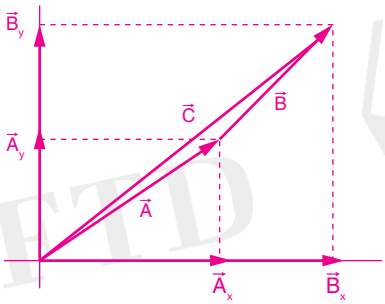
b) Apenas a III é verdadeira.

c) Apenas a II é falsa.

d) Apenas a IV é verdadeira.

e) II e III são verdadeiras.

Resolução:



$C_x = A_x + B_x$

$C_y = A_y + B_y$

Portanto, a afirmação I é verdadeira.

$C = A + B$ ou $C = C_x + C_y$

Portanto, a afirmação II é verdadeira.

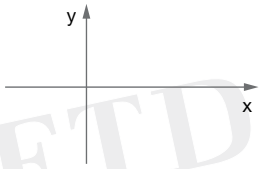
$A + B \neq 0$ e $B + A \neq 0$

Portanto, como a resultante da combinação de *A* e *B* não é nula, a afirmação III é falsa.

$B = C - A$

Portanto, a afirmação IV é verdadeira.

8 (Udesc-SC) O tratamento matemático com grandezas vetoriais tem um papel importante no estudo da Física. Analisando-se as componentes vetoriais $\vec{v}_x$ e $\vec{v}_y$ de um vetor velocidade $\vec{v}$, situado no plano xy e de módulo v, segundo o sistema de coordenadas cartesianas, mostrado na figura abaixo, a alternativa correta é:



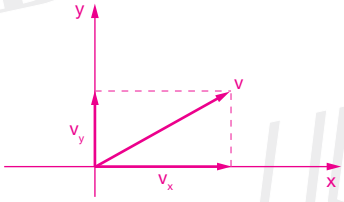
a) Sempre que o vetor velocidade fizer um ângulo de 45° com o eixo x, tem-se $\vec{v}_x = \vec{v}_y$.
b) A relação $v^2 = v_x^2 + v_y^2$ é sempre válida, independentemente da orientação do vetor velocidade.
c) Se o vetor velocidade for paralelo ao eixo x, o módulo de $\vec{v}_y$ será igual a v.
d) Se θ for o ângulo formado pelo vetor velocidade e o eixo x, o módulo de $\vec{v}_y$ será igual a $v \cdot \cos\theta$.
e) Qualquer que seja a orientação do vetor velocidade, nenhuma de suas componentes vetoriais poderá ser nula.

Resolução:

a) Verdadeira

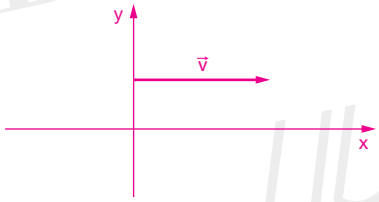
$$v_x = v_y = v \cos 45° = \frac{v\sqrt{2}}{2}$$

b) Verdadeira



$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

c) Falsa



$v_y = v \text{ sen } 0° \rightarrow v_y = v \cdot 0 = 0$

O módulo de $\vec{v}_y$ será nulo.

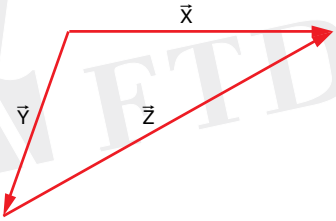
d) Falsa

$v_y = v \text{ sen } \theta$

e) Falsa

Veja item *c*.

9 (Uespi-PI) A figura abaixo mostra três vetores, $\vec{X}$, $\vec{Y}$ e $\vec{Z}$. Para essa situação, assinale a alternativa que mostra a relação vetorial correta.



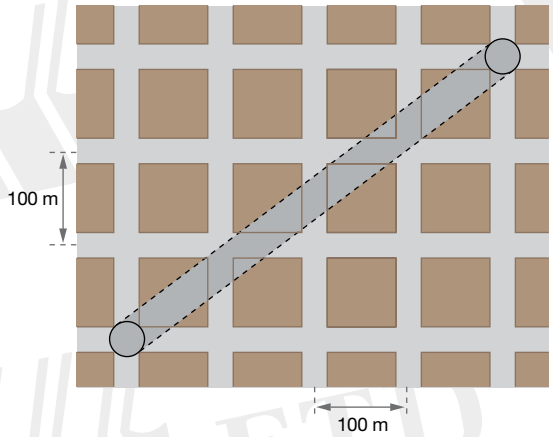
a) $\vec{Y} + \vec{Z} = \vec{X}$
b) $\vec{X} + \vec{Y} = \vec{Z}$
c) $\vec{Y} + \vec{Z} + \vec{X} = 0$
d) $\vec{Y} - \vec{Z} = -\vec{X}$
e) $\vec{X} + \vec{Z} = \vec{Y}$

Resolução:

O vetor $\vec{X}$ é a soma de $\vec{Y}$ com $\vec{Z}$. Logo: $\vec{X} = \vec{Y} + \vec{Z}$.

p. 37

10 (Unicamp-SP) Os carros em uma cidade grande desenvolvem uma velocidade média de 18 km/h, em horários de pico, enquanto a velocidade média do metrô é de 36 km/h. O mapa abaixo representa os quarteirões de uma cidade e a linha subterrânea do metrô.



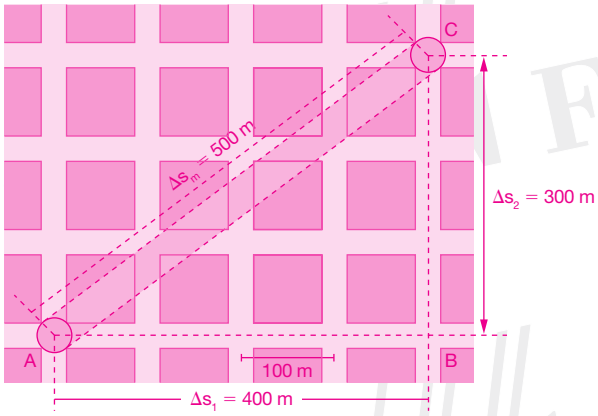
a) Qual a menor distância que um carro pode percorrer entre as duas estações? 700 m

b) Qual o tempo gasto pelo metrô (T_m) para ir de uma estação à outra, de acordo com o mapa? 50 s

c) Qual a razão entre os tempos gastos pelo carro (T_c) e pelo metrô para ir de uma estação à outra, T_c / T_m? Considere o menor trajeto para o carro. 2,8

Resolução:

A partir da figura, tem-se:



$\Delta s_m = 500$ m (deslocamento do metrô)

$\Delta s_c = \Delta s_1 + \Delta s_2$ (deslocamento mínimo do carro)

$v_m = 36$ km/h $= 10$ m/s

$v_c = 18$ km/h $= 5$ m/s

a) A menor distância percorrida pelo carro entre as duas estações *A* e *C* deve ser, no mínimo, 400 m em uma direção e 300 m na outra.

Então: $d_{mínimo} = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 700$ m

b) O tempo (T_m) gasto pelo metrô para ir da estação *A* para a estação *C* é:

$$T_m = \frac{\Delta s_m}{v_m} \therefore T_m = \frac{500}{10} \rightarrow T_m = 50 \text{ s}$$

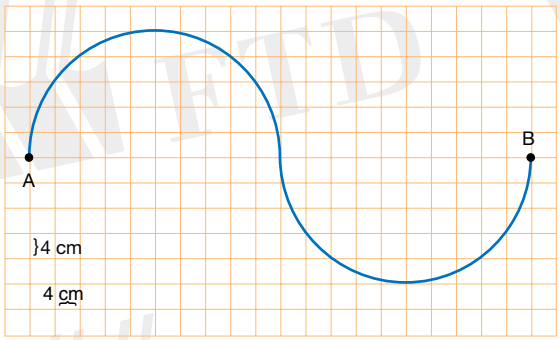
c) Como o intervalo de tempo mínimo (T_c) gasto pelo carro vale:

$$T_c = \frac{\Delta s_c}{v_c} \therefore T_c = \frac{700}{5} = 140 \text{ s, vem: } \frac{T_c}{T_m} = 2{,}8$$

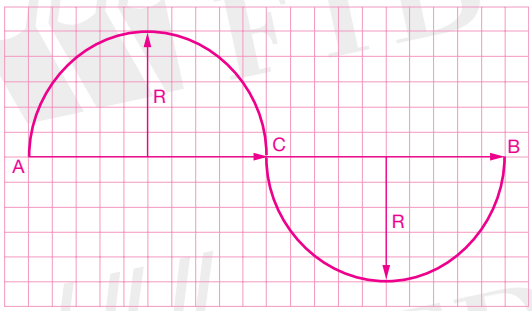
11 Sobre uma superfície plana, um móvel descreve a trajetória de segmentos circulares desenhada abaixo em 10 s. Determine aproximadamente, em m/s, os módulos de suas velocidades entre os pontos *A* e *B*:

a) escalar média; 0,04π m/s

b) vetorial média. 0,08 m/s



Resolução:



Dados $\begin{cases} R = 20 \text{ cm} \\ \Delta t = 10 \text{ s} \end{cases}$

a) $\Delta s = \overset{\frown}{AC} + \overset{\frown}{CB} \rightarrow \Delta s = \pi \cdot 20 + \pi \cdot 20$

$\Delta s = 40\pi \text{ cm}$

$v_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v_m = \dfrac{40\pi}{10}$

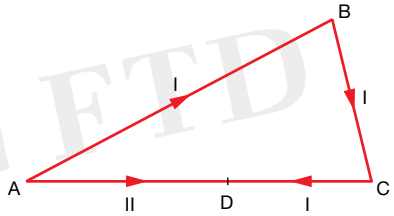
$v_m = 4\pi \text{ cm/s} = 0{,}04\pi \text{ m/s}$

b) $\Delta r = 4R$

$v_m = \dfrac{\Delta r}{\Delta t} \rightarrow v_m = \dfrac{4 \cdot 20}{10}$

$v_m = 8 \text{ cm/s} = 0{,}08 \text{ m/s}$

12 (UFMA) Um móvel desloca-se iniciando seu movimento no ponto *A* e terminando no ponto *D*, seguindo uma das duas trajetórias mostradas na figura abaixo.



Trajetória I → ABCD
Trajetória II → AD

Em relação a esse movimento, pode-se afirmar:

a) O deslocamento do móvel é maior que a distância percorrida na trajetória I.
b) O deslocamento do móvel e a distância percorrida foram iguais nas duas trajetórias.
c) O deslocamento do móvel é menor que a distância percorrida na trajetória I.
d) O deslocamento do móvel é maior que a distância percorrida na trajetória II.
e) O deslocamento do móvel é menor que a distância percorrida na trajetória II.

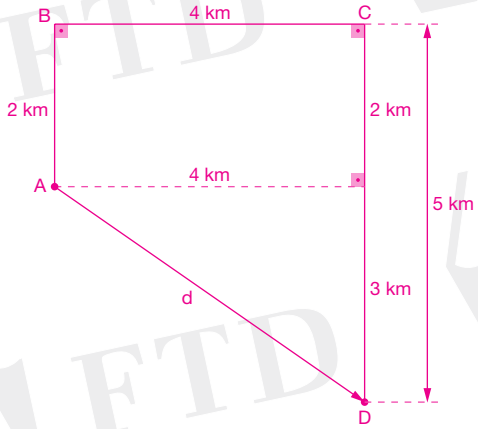
Resolução:

a) Falsa. O deslocamento é menor que a distância percorrida em I.
b) Falsa. São iguais somente na trajetória II.
c) Verdadeira. Veja item *a*.
d) Falsa.
e) Falsa.

13 (UFCE) Um cidadão está à procura de uma festa. Ele parte de uma praça, com a informação de que o endereço procurado estaria situado a 2 km ao norte. Após chegar ao referido local, ele recebe nova informação de que deveria se deslocar 4 km para o leste. Não encontrando ainda o endereço, o cidadão pede informação a outra pessoa, que diz estar a festa acontecendo a 5 km ao sul daquele ponto. Seguindo essa dica, ele finalmente chega ao evento. Na situação descrita, o módulo do vetor deslocamento do cidadão, da praça até o destino final, é:

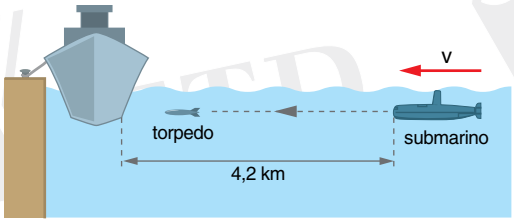
a) 11 km
b) 7 km
c) 5 km
d) 4 km
e) 3 km

Resolução:



$d^2 = 4^2 + 3^2 \rightarrow d = \sqrt{25} \rightarrow d = 5$ km

14 (UFPE) Um submarino em combate lança um torpedo na direção de um navio ancorado. No instante do lançamento o submarino se movia com velocidade $v = 14$ m/s. O torpedo é lançado com velocidade v_{ts}, em relação ao submarino. O intervalo de tempo do lançamento até a colisão do torpedo com o navio foi de 2,0 min. Supondo que o torpedo se moveu com velocidade constante, calcule v_{ts} em m/s. 21 m/s



Resolução:

Vetorialmente tem-se: $\vec{v}_{tn} = \vec{v}_{ts} + \vec{v}_{sn}$, em que tn = torpedo-navio; ts = torpedo-submarino; sn = submarino-navio.

A velocidade do torpedo-navio é igual a ($\Delta s = 4{,}2$ km $= 4\,200$ m e $\Delta t = 2$ min $= 120$ s):

$$v_{tn} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v_{tn} = \frac{4\,200}{120} \rightarrow v_{tn} = 35 \text{ m/s}$$

Como os vetores são colineares, temos:

$$v_{tn} = v_{ts} + v_{sn} \rightarrow 35 = v_{ts} + 14 \rightarrow v_{ts} = 21 \text{ m/s}$$

15 (Unesp-SP) Em um determinado instante, um carro que corre a 100 km/h em uma estrada horizontal e plana começa a diminuir sua velocidade, com o módulo da aceleração constante. Percorrido 1 km, a redução da velocidade é interrompida ao mesmo tempo em que o carro é detectado por um radar fotográfico. O radar mostra que o carro está na velocidade limite permitida de 80 km/h. Assim, pede-se:

a) o módulo da aceleração, em m/s², durante o intervalo de tempo em que a velocidade do carro diminui de 100 km/h para 80 km/h; $\frac{5}{36}$ m/s²

b) a velocidade detectada pelo radar para um segundo carro que segue o primeiro com velocidade de aproximação de 40 km/h, considerando-se que o primeiro carro mantém a velocidade de 80 km/h. 120 km/h

Resolução:

a) Admitindo-se que o carro se move a favor da orientação da trajetória, e aplicando-se a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

$$80^2 = 100^2 + 2 \cdot a \cdot 1 \rightarrow a = -1\,800 \text{ km/h}^2$$

Efetuando-se as devidas transformações de unidades:

$$a = -1800 \frac{(1000 \text{ m})}{(3600 \text{ s})^2} = -\frac{5 \text{ m}}{36 \text{ s}^2} \rightarrow |a| = \frac{5}{36} \text{ m/s}^2$$

b) A velocidade relativa de aproximação pode ser assim calculada: $v_{rel} = v_{2^a} - v_{1^a}$

Como os dois carros se movem no mesmo sentido e, portanto, a favor da orientação da trajetória:

$$40 = v_{2^a} - 80 \rightarrow v_{2^a} = 120 \text{ km/h}$$

16 (PUCCamp-SP) No lançamento de um bumerangue, este afasta-se até a distância de 32 m e, após 8,0 s, volta onde está o dono que o atira. A velocidade vetorial média nesse intervalo de tempo tem módulo:

a) 16 m/s
b) 8,0 m/s
c) 4,0 m/s
d) 2,0 m/s
e) zero

Resolução:

O módulo do deslocamento é igual a zero ($\Delta r = 0$). Logo: $v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{0}{8} = 0$

17 (UCS-RS) Uma ginasta numa apresentação de solo corre para tomar impulso e executar uma série de movimentos no ar. Consegue sair do chão com uma velocidade inicial de 10 m/s e faz um ângulo de 60° em relação ao solo. Supondo que um movimento no ar demore 0,4 segundos, quantos movimentos, no máximo, a ginasta conseguirá executar durante o salto, ou seja, no tempo total em que estiver no ar? (Considere a aceleração da gravidade como 10 m/s² e sen 60° = 0,87.)

a) 5 movimentos
b) 4 movimentos
c) 3 movimentos
d) 2 movimentos
e) 6 movimentos

Resolução:

$v_{0x} = v_0 \cos 60° = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5$ m/s

$v_{0y} = v_0 \text{ sen } 60° = 10 \cdot 0{,}87 = 8{,}7$ m/s

As funções do movimento são:

$x = 5t$

$y = 8{,}7t - 5t^2$

O tempo que a ginasta permanece no ar é:

$0 = 8{,}7t - 5t^2 \rightarrow t(-5t + 8{,}7) = 0 \rightarrow t = 1{,}74$ s

O número de movimentos é:

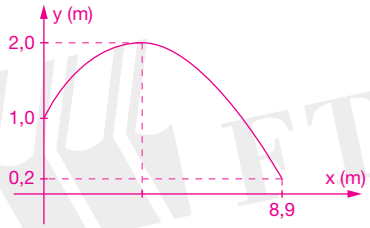
$\frac{1{,}74}{0{,}4} = 4{,}35$ ou 4 movimentos

18 (ITA-SP) Durante as Olimpíadas de 1968, na cidade do México, Bob Beamow bateu o recorde de salto em distância, cobrindo 8,9 m de extensão. Suponha que, durante o salto, o centro de gravidade do atleta teve sua altura variando de 1,0 m no início, chegando ao máximo de 2,0 m e terminando a 0,20 m no fim do salto. Desprezando o atrito com o ar, pode-se afirmar que o componente horizontal da velocidade inicial do salto foi de:

a) 8,5 m/s
b) 7,5 m/s
c) 6,5 m/s
d) 5,2 m/s
e) 4,5 m/s

Resolução:

A figura abaixo representa a trajetória do centro de massa do atleta e os eixos coordenados pertinentes ao estudo do movimento.



Eixo y

- Aplicando-se Torricelli até a altura máxima:

$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2a\Delta s \rightarrow 0 = v_{0y}^2 - 2 \cdot 10 \cdot (2 - 1)$

$\therefore v_{0y} = \sqrt{20}$ m/s

- Utilizando-se a equação dos espaços para MUV até o fim do movimento:

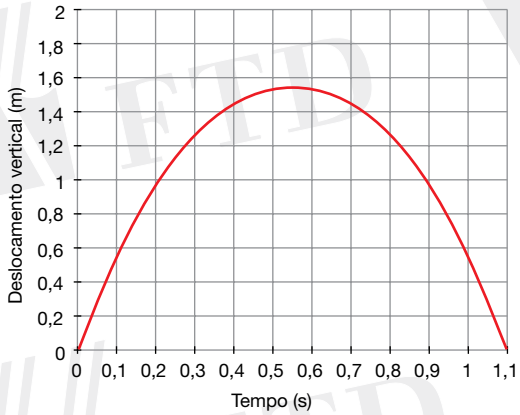
$y = y_0 + v_{0y} \cdot t_T + \frac{at_T^2}{2} \rightarrow 0{,}2 = 1 + \sqrt{20} \cdot t_T - 5t_T^2 \rightarrow t_T \simeq 1{,}047$ s

Eixo x

- Utilizando-se a equação dos espaços para MU até o fim do movimento:

$x = x_0 + v_x \cdot t_T \rightarrow 8{,}9 = 0 + v_x \cdot 1{,}047 \rightarrow v_x \simeq 8{,}5$ m/s

19 (Unicamp-SP) O famoso salto duplo *twist* carpado de Daiane dos Santos foi analisado durante um dia de treinamento no Centro Olímpico em Curitiba, através de sensores e filmagens que permitiram reproduzir a trajetória do centro de gravidade de Daiane na direção vertical (em metros), assim como o tempo de duração do salto. (Use $g = 10\ m/s^2$.)



De acordo com o gráfico acima, determine:

a) a altura máxima atingida pelo centro de gravidade de Daiane; $\simeq 1{,}52$ m

b) a velocidade média horizontal do salto, sabendo-se que a distância percorrida nessa direção é de 1,3 m; $\simeq 1{,}2$ m/s

c) a velocidade vertical de saída do solo. $\simeq 5{,}5$ m/s

Resolução:

a) A altura máxima corresponde à ordenada do vértice da parábola. Do gráfico esse valor aproximado é de 1,52 m.

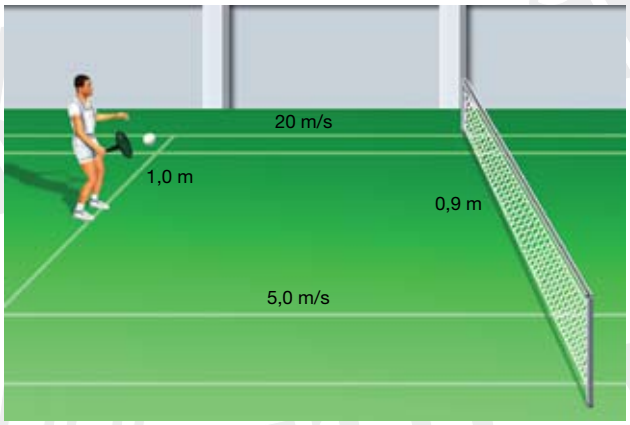
b) O tempo Δt gasto no salto é de 1,1 s. Assim:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v_m = \frac{1{,}3}{1{,}1} \rightarrow v_m \simeq 1{,}2 \text{ m/s}$$

c) Desprezando-se o efeito do ar, o movimento vertical é uniformemente variado. Como a velocidade vertical no ponto de altura máxima é nula ($v = 0$), temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta s \rightarrow 0 = v_0^2 + 2 \cdot (-10) \cdot 1{,}52$$
$$0 = v_0^2 - 30{,}4$$
$$v_0 = \sqrt{30{,}4}$$
$$v_0 \simeq 5{,}5 \text{ m/s}$$

20 (UFPE) Um atleta de tênis rebate uma bola, imprimindo uma velocidade inicial na mesma de 20 m/s e fazendo um ângulo de 4° com a horizontal. De acordo com o posicionamento da bola na quadra (5 m de afastamento horizontal da rede, 1 m de altura de lançamento), como mostra a figura, é correto afirmar: (Dados: sen 4° ≃ 0,07 e cos 4° ≃ 1,0; altura da rede = 0,9 m)



a) A bola não consegue chegar à rede antes de quicar no saibro.
b) A bola bate diretamente na rede, não a ultrapassando.
c) A bola ultrapassa a rede, mas quica no saibro antes da rede.
d) A bola quica duas vezes no saibro antes de bater na rede.
e) A bola ultrapassa a rede de primeira.

Resolução:
A rebatida é um lançamento oblíquo.

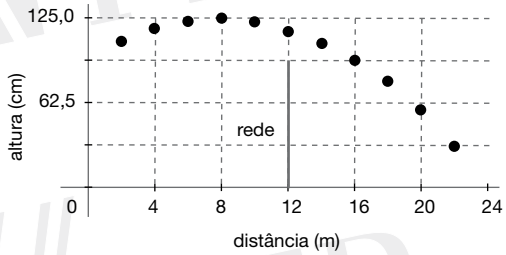
$v_{0x} = 20 \cdot 1 = 20$ m/s
$v_{0y} = 20 \cdot 0{,}07 = 1{,}4$ m/s
Para x = 5 m, temos:
$x = 20\,t \rightarrow 5 = 20\,t \rightarrow t = 0{,}25$ s
Assim, obtemos:
$y = 1 + 1{,}4 \cdot 0{,}25 - 5 \cdot 0{,}25^2 \rightarrow y = 1{,}04$ m
Como $y > 0{,}9$ m, a bola ultrapassa a rede de primeira.

21 (Unicamp-SP) Uma bola de tênis rebatida numa das extremidades da quadra descreve a trajetória representada na figura abaixo, atingindo o chão na outra extremidade da quadra. O comprimento da quadra é de 24 m. (Use $g = 10\ m/s^2$.)

a) Calcule o tempo de vôo da bola, antes de atingir o chão. Desconsidere a resistência do ar nesse caso. 0,75 s

b) Qual é a velocidade horizontal da bola no caso acima? 32 m/s

c) Quando a bola é rebatida com efeito, aparece uma força, F_E, vertical, de cima para baixo e igual a 3 vezes o peso da bola. Qual será a velocidade horizontal da bola, rebatida com efeito para uma trajetória idêntica à da figura? 64 m/s



Resolução:

Na figura observamos que a altura máxima atingida é de 125 cm. Assim, na direção vertical, a bola percorre 125 cm em queda livre. Com isso, calculamos o tempo de descida:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \rightarrow 1{,}25 = 5 \cdot t^2 \rightarrow \Delta t_D = 0{,}5\ s$$

Podemos calcular a componente horizontal da velocidade, levando-se em conta que, a partir da altura máxima, a bola percorre:

$(24 - 8)\ m = 16\ m$ em $0{,}5\ s$

$$v_H = \frac{16\ m}{0{,}5\ s} \rightarrow v_H = 32\ m/s$$

O intervalo de tempo desde a rebatida até a altura máxima pode ser calculado pela componente horizontal da velocidade:

$$v_H = \frac{\Delta s}{\Delta t_2} \rightarrow 32 = \frac{8}{\Delta t_2} \rightarrow \Delta t_2 = 0{,}25\ s$$

a) $\Delta t = \Delta t_D + \Delta t_2 = 0{,}5 + 0{,}25 \rightarrow \Delta t = 0{,}75\ s$

b) $v_H = 32\ m/s$ (já calculada).

c) A situação corresponde ao esquema de forças:

$$\vec{R} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{P} + \vec{F}_E = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{P} + 3 \cdot \vec{P} = m \cdot \vec{a}$$

$$4 \cdot m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{a} = 4 \cdot \vec{g} \rightarrow |\vec{a}| = 40\ m/s^2$$

Na direção vertical, a bola percorrerá 125 cm com aceleração $40\ m/s^2$:

$$h = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot t^2 \rightarrow 1{,}25 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot t^2 \rightarrow t = 0{,}25\ s$$

Assim, a componente horizontal da velocidade será:

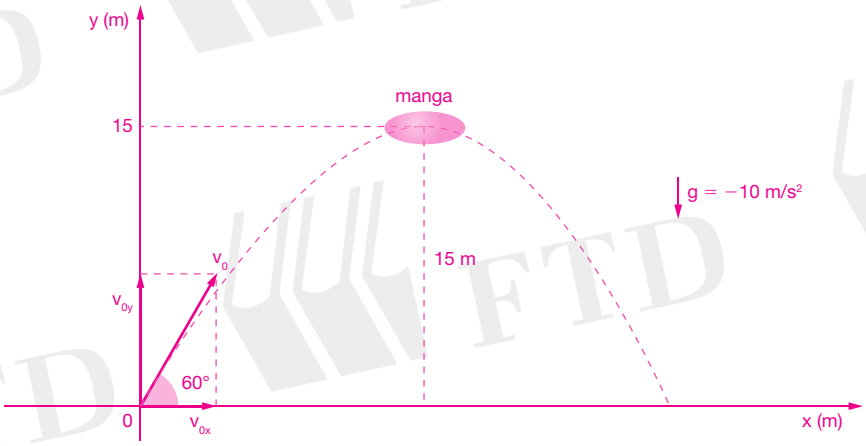
$$v_H = \frac{16\ m}{0{,}25\ s} \rightarrow v_H = 64\ m/s$$

22 (UFMA) Um homem pretende, com ajuda de uma pedra, derrubar uma manga que está a 15 m do solo. Sabendo-se que ele pode lançar a pedra com uma velocidade inicial de 20 m/s, formando um ângulo de 60° com a direção horizontal, poderá ele, a partir de uma posição inicial adequada, atingir a manga com a pedra, quando esta alcançar a altura máxima? Justifique sua resposta apresentando os cálculos abaixo.

$\left(\text{Obs.: Despreze a altura do homem; } g = 10 \text{ m/s}^2\text{; sen } 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}\text{; cos } 60° = \frac{1}{2}.\right)$

Resolução:

Do enunciado, temos:



$v_{0x} = v_0 \cos 60° = 20 \cdot \frac{1}{2} = 10 \text{ m/s}$

$v_{0y} = v_0 \text{ sen } 60° = 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$

As funções que regem o movimento são:

$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow y = 0 + 10\sqrt{3}\,t + \frac{1}{2}(-10)\,t^2$

$y = 10\sqrt{3}\,t - 5t^2$

$v_y = v_{0y} + gt \rightarrow v_y = 10\sqrt{3} - 10t$

$x = x_0 + v_{0x}t \rightarrow x = 0 + 10t \rightarrow x = 10t$

O tempo gasto para atingir y = 15 m é igual a:

$15 = 10\sqrt{3}\,t - 5t^2 \rightarrow 5t^2 - 10\sqrt{3}\,t + 15 = 0 \rightarrow t = \sqrt{3} \text{ s}$

O tempo gasto para atingir a altura máxima é:

$v_y = 10\sqrt{3} - 10t \rightarrow 0 = 10\sqrt{3} - 10t \rightarrow t = \sqrt{3} \text{ s}$

A distância da vertical que passa pela manga em que a pedra deve ser lançada é igual a:

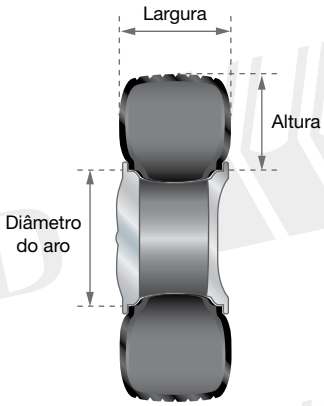
$x = 10t \rightarrow x = 10\sqrt{3} = 10 \cdot 1{,}73 = 17{,}3 \text{ m}$

23 (UFPel-RS) 58 cavalos era a potência que um carro popular tinha quando saiu da fábrica. Mas seu proprietário tratou de aumentar a potência de forma aspirada. Aumentando o tamanho do comando e aperfeiçoando sede e dutos, instalou um coletor 4 × 1 e escape duplo.

Com isso, já eram 98 cavalos, potência maior do que muitos 1.6 que rodam por aí. Não satisfeito com isso, ainda instalou um *kit* de óxido-nitroso, o qual, quando utilizado, leva a potência a 135 cavalos, número comparável a carros com motor 2.0.

Esteticamente, o carro recebeu um *kit* de aerofólios feitos em fibra de carbono, adesivos laterais de bom gosto, faróis traseiros brancos, e dianteiros mascarados. E, é lógico, não poderiam faltar as belas rodas de 16 polegadas, embutidas em pneus 205/40. O proprietário pretende bolar um esquema para que as portas do veículo abram para cima — como asas — e que fogo saia do escapamento. Caso a montadora resolva patrocinar o carro, este receberá ainda rodas aro 18 em pneus 245/40 mm.

Daniel Baramili, http://www.formulapaddock.com.br/



Pneus	Largura (mm)	Altura (mm)	Diâmetro do aro (mm)
* 145/80 aro 13	145	116	329
* 205/40 aro 16	205	82	403
* 245/40 aro 18	245	98	457

* Largura do Pneu/Relação percentual entre a largura e a altura do pneu, aro em polegada.

Com base no texto e em seus conhecimentos, considerando $\pi = 3{,}1$, considerando também que os carros populares saiam das montadoras com pneus 145/80 aro 13 e que o velocímetro — que determina a velocidade de acordo com o número de voltas da roda em um determinado tempo — não tenha sofrido nenhuma regulagem após as mudanças, responda às seguintes perguntas.

a) Por que o veículo não marcará a velocidade corretamente?

b) Qual é o maior valor de velocidade que o carro pode atingir para não ser multado em uma rodovia na qual a velocidade máxima é 108 km/h?

c) Caso o proprietário do carro consiga o patrocínio da montadora, ele pode dirigir a 108 km/h, na rodovia citada na questão anterior, sem se preocupar em ser penalizado com uma multa gravíssima, quando a velocidade ultrapassar 10% da máxima permitida por lei? Justifique.

Resolução:

a) Como $v = \omega R = 2\pi fR$, o carro não marcará a velocidade corretamente, pois o velocímetro leva em conta a freqüência da roda e o raio dela para determinar sua velocidade. Quando mudamos a configuração, alteramos o raio.

b)

	Carro original (145/80 aro 13)	Carro customizado (205/40 aro 16)
raio	$116 + \frac{329}{2} = 280{,}5$ mm	$82 + \frac{403}{2} = 283{,}5$ mm

O velocímetro, tanto do carro original como do customizado, continuará marcando a velocidade de acordo com o número de voltas que a roda faz em um determinado tempo; logo, a freqüência do movimento circular em que as rodas estão continuará a mesma.

$$f_o = f_c$$

$$v = 2\pi rf \rightarrow f = \frac{v}{2\pi r} \quad \frac{v_o}{2 \cdot \pi \cdot r_o} = \frac{v_c}{2 \cdot \pi \cdot r_c}$$

$$v_o \cdot r_c = v_c \cdot r_o$$

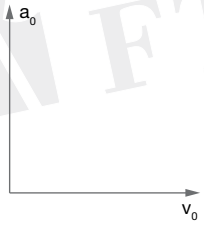
O velocímetro vai indicar a velocidade como se os pneus tivessem com a configuração original, logo:
$v_o \cdot r_c = v_c \cdot r_o \rightarrow v_o \cdot 283{,}5 = 108 \cdot 280{,}5 \rightarrow v_o = 106{,}857$ km/h
A maior velocidade em que o carro pode estar é 106,857 km/h, no carro citado, que equivale a aproximadamente 108 km/h em um carro original.

c) Caso o proprietário do carro consiga o patrocínio da montadora, ele pode dirigir a 108 km/h, na rodovia citada no item anterior, sem se preocupar em ser penalizado com uma multa gravíssima, quando a velocidade ultrapassar 10% da máxima permitida por lei.

	Carro original (145/80 aro 13)	Carro com o patrocínio (245/40 aro 18)
raio	$116 + \frac{329}{2} = 280{,}5$ mm	$98 + \frac{457}{2} = 326{,}5$ mm

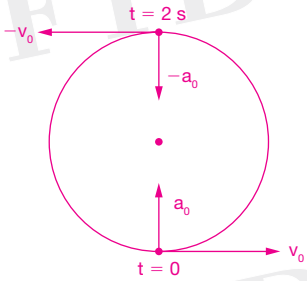
$v_o \cdot r_c = v_c \cdot r_o$
$108 \cdot 326{,}5 = v_c \cdot 280{,}5$
$v_c = 125{,}711$ km/h
Multa gravíssima $v_{MG} = 108$ km/h $\cdot$ 1,1 = 118,8 km/h; logo, caso o motorista se encontre na rodovia citada, com o velocímetro marcando 108 km/h, ele estará sujeito a levar uma multa gravíssima, pois na realidade estará a 125,7 km/h.

24 (UFPI) Uma partícula descreve um movimento circular uniforme de raio r = 1,0 m. No instante t = 0, sua velocidade v_0 e sua aceleração a_0 apontam nas direções indicadas na figura abaixo. Dois segundos depois a partícula tem pela primeira vez velocidade $v = -v_0$ e aceleração $a = -a_0$. Os módulos de v_0 (em m/s) e de a_0 (em m/s²) são, respectivamente:



a) $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi^2}{2}$
b) $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi^2}{16}$
c) $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi^2}{4}$
d) $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi^2}{8}$
e) $\frac{\pi}{2}, \pi^2$

Resolução:
Do enunciado, temos:



$$v_0 = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v_0 = \frac{\pi r}{\Delta t} = \frac{\pi \cdot 1}{2 - 0} = \frac{\pi}{2} \text{ m/s}$$

$$a_0 = a_{cp} = \frac{v_0^2}{r} \rightarrow a_0 = \frac{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2}{1} \rightarrow a_0 = \frac{\pi^2}{4} \text{ m/s}^2$$

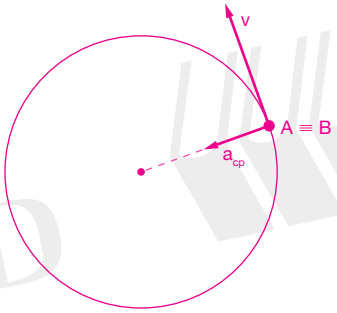
Em questões como a 25, a resposta é dada pela soma dos números que identificam as alternativas corretas.

25 (UFPR) Em uma prova de atletismo realizada nos Jogos Pan-americanos de Santo Domingo, um atleta completou, sem interrupções, a prova dos 400 m (em pista circular) em um intervalo de tempo de 50,0 s. Com esses dados, é correto afirmar:

(01) Durante a prova, o atleta sempre esteve sujeito a uma aceleração.
(02) A velocidade escalar média do atleta foi de 10,0 m/s.
(04) Considerando que o ponto de chegada coincide com o ponto de partida, o deslocamento do atleta é nulo.
(08) O vetor velocidade do atleta permaneceu constante durante a prova.
(16) Transformando as unidades, esse atleta percorreu 0,400 km em 0,833 min. 21

Resolução:

(01) Verdadeira



Como a trajetória é circular, sempre existe a aceleração centrípeta agindo sobre o atleta.

(02) Falsa

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{400}{50} = 8 \text{ m/s}$$

(04) Verdadeira

Se A ≡ B, o deslocamento é nulo.

(08) Falsa

O vetor velocidade variou em direção.

(16) Verdadeira

400 m = 0,400 km

$$50 \text{ s} = \frac{50}{60} \text{ min} \simeq 0{,}833 \text{ min}$$

São corretas as afirmativas 01, 04 e 16, somando 21.

26 (UFPB) Dois carros de corrida percorrem, lado a lado, uma curva circular. O primeiro percorre um semicírculo de raio R_1, com velocidades angular ω_1 e linear v_1 e o segundo, um semicírculo de raio R_2, com velocidades angular ω_2 e linear v_2. Como os dois carros estão sempre lado a lado, os dois semicírculos são percorridos ao mesmo tempo. Sabendo-se que $R_1 < R_2$, pode-se concluir que:

a) $\omega_1 = \omega_2$ e $v_1 < v_2$
b) $\omega_1 = \omega_2$ e $v_1 > v_2$
c) $\omega_1 < \omega_2$ e $v_1 < v_2$
d) $\omega_1 > \omega_2$ e $v_1 > v_2$
e) $\omega_1 = \omega_2$ e $v_1 = v_2$

Resolução:

Os carros têm deslocamentos angulares iguais no mesmo intervalo de tempo. Logo, suas velocidades angulares são iguais: $\omega_1 = \omega_2$.

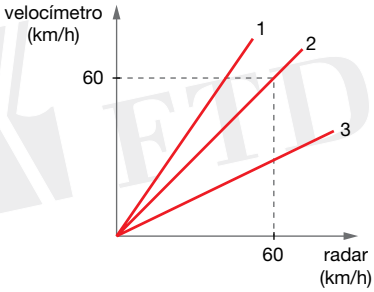
Como a velocidade escalar é diretamente proporcional ao raio ($v = \omega R$), os carros têm mesma velocidade angular e $R_1 < R_2$, então $v_1 < v_2$.

p. 47

27 (UFBA) Um indivíduo, preocupado com as constantes multas que tem recebido por dirigir o seu automóvel em excesso de velocidade, relata o fato a dois companheiros. Os três amigos não conseguem compreender a razão das multas, desde que todos eles observam os limites de velocidade nas vias públicas, através do velocímetro de seus carros.

Os seus veículos, de mesmo modelo, têm nos pneus a única característica distinta. O carro *A* usa os pneus indicados pelo fabricante do veículo; o carro *B* usa pneus com diâmetro maior do que o indicado, pois o seu proprietário visita, periodicamente, seus familiares no interior, viajando por estradas e caminhos irregulares; o carro *C* usa pneus com diâmetro menor do que o indicado, uma vez que o seu proprietário gosta de veículos rebaixados, com aspecto esportivo.

Os três amigos decidem fazer um experimento, alugam um aparelho de radar e vão para uma estrada deserta. Após realizarem várias medições, construíram o gráfico a seguir.



Com base na análise do gráfico, identifique a correspondência existente entre os carros *A*, *B* e *C* e as linhas 1, 2 e 3, que representam as velocidades desses carros, verificando qual dos três amigos deve ser mais precavido ao circular em estradas e avenidas vigiadas pelo radar. Justifique sua resposta.

Resolução:

Um carro, a cada giro completo do eixo, deve percorrer uma distância igual ao perímetro do pneu. O velocímetro do carro é um contador dos giros do eixo por unidade de tempo e é calibrado, pelo fabricante, para pneus com diâmetro determinado. Supondo que a medida de velocidade pelo radar é correta (dentro de uma faixa de erro), é possível considerar que:

a) para um carro com pneus indicados pelo fabricante, a velocidade medida pelo radar deve ser igual à medida pelo velocímetro, dentro de uma pequena faixa de erro. Assim, o gráfico 2 deve ser atribuído ao carro *A*, ou seja, A → 2. Desse modo, se o limite de velocidade da via for 80 km/h e o motorista não exceder esse limite (observando o velocímetro), ele nunca será multado.

b) para um carro com pneus menores do que os indicados pelo fabricante, a velocidade medida pelo velocímetro é maior do que a indicada no radar e, assim, C → 1. Desse modo, por mais razão ainda, esse motorista, cumprindo o limite de velocidade segundo o velocímetro do seu carro, nunca deve ser multado.

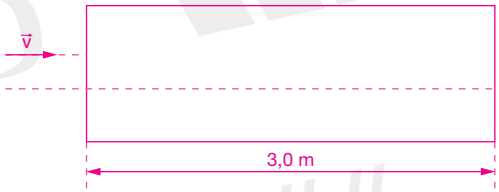
c) para um carro com pneus maiores, a velocidade medida no velocímetro é menor do que a medida pelo radar e B → 3. Nesse caso, se o motorista vir no velocímetro que a velocidade é 80 km/h, o radar indicará uma velocidade maior. Esse é o candidato às multas freqüentes e deverá olhar o gráfico com mais cuidado para saber qual valor indicado no seu velocímetro equivale ao limite de velocidade das vias por onde circula.

28 (Vunesp-SP) Um cilindro oco de 3,0 m de comprimento, cujas bases são tampadas com papel fino, gira rapidamente em torno de seu eixo com velocidade angular constante. Uma bala disparada com velocidade de 600 m/s, paralelamente ao eixo do cilindro, perfura suas bases em dois pontos, *P* na primeira base e *Q* na segunda. Os efeitos da gravidade e da resistência do ar podem ser desprezados.

a) Quanto tempo a bala levou para atravessar o cilindro? $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ s

b) Examinando as duas bases de papel, verifica-se que entre *P* e *Q* há um deslocamento angular de 9°. Qual é a freqüência de rotação do cilindro, em hertz, sabendo que não houve mais do que uma rotação do cilindro durante o tempo que a bala levou para atravessá-lo? 5 Hz

Resolução:



a) Supondo ser constante a velocidade da bala, vem:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{3{,}0}{600}$$

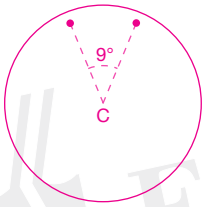
$$\Delta t = 0{,}50 \cdot 10^{-2}\ s \rightarrow \Delta t = 5{,}0 \cdot 10^{-3}\ s = 5{,}0\ ms$$

b) Entendendo pelo texto que o cilindro não completou uma rotação, temos:

9° ..... $\Delta\varphi$

180° ..... π rad

$$\Delta\varphi = \frac{9}{180} \cdot \pi = \frac{\pi}{20}\ rad$$

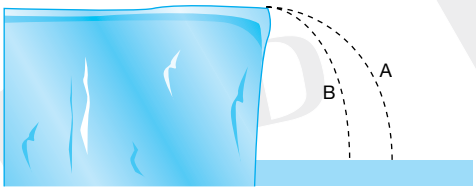


A velocidade angular ω de rotação do cilindro é dada por

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = 2\pi f$$

$$\frac{\frac{\pi}{20}}{5{,}0 \cdot 10^{-3}} = 2\pi f \rightarrow f = 5\ Hz$$

29 (Uni-BH-MG) Na perseguição de uma presa, duas focas, *A* e *B*, saltam simultaneamente a partir da borda de um *iceberg*. Considerando-se as velocidades iniciais horizontais e as trajetórias como indica o diagrama, a foca *A* de massa m_A deixa o *iceberg* com uma velocidade horizontal v_A maior do que a velocidade horizontal v_B da foca *B* de massa m_B.



Desconsiderando-se a resistência do ar, pode-se afirmar que:

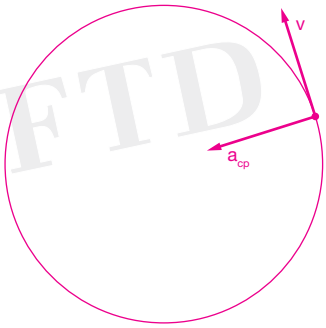
a) a foca *B* chega ao mar primeiro.
b) a foca *A* chega ao mar primeiro.
c) as focas chegam ao mar no mesmo instante.
d) a foca de maior massa chega ao mar primeiro.

Resolução:
Como as velocidades iniciais são horizontais, as velocidades iniciais verticais das duas focas são nulas. Portanto, o tempo de queda das duas focas são iguais, isto é, elas chegam ao mar no mesmo instante.

30 (Univag-MT) Uma partícula está em movimento circular uniforme, então:

a) O módulo de sua velocidade é constante, sua aceleração centrípeta é zero e a aceleração tangencial é diferente de zero.
b) O módulo de sua velocidade é constante, sua aceleração centrípeta é diferente de zero e a aceleração tangencial é zero.
c) O módulo de sua velocidade é zero, sua aceleração centrípeta é diferente de zero e a aceleração tangencial é zero.
d) O módulo de sua velocidade é variável, sua aceleração centrípeta é diferente de zero e a aceleração tangencial é zero.
e) Nenhuma das anteriores.

Resolução:
No movimento circular uniforme, temos:



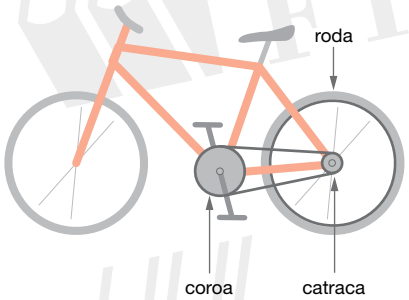
$\vec{v}$ é constante em módulo

$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$ (é diferente de zero)

$a_t = 0$, pois $\vec{v}$ é constante em módulo

31 (PUCCamp-SP) Em uma bicicleta o ciclista pedala na coroa e o movimento é transmitido à catraca pela corrente. A freqüência de giro da catraca é igual à da roda. Supondo os diâmetros da coroa, catraca e roda iguais, respectivamente, a 15 cm, 5,0 cm e 60 cm, a velocidade dessa bicicleta, em m/s, quando o ciclista gira a coroa a 80 rpm, tem módulo mais próximo de:

a) 5
b) 7
c) 9
d) 11
e) 14



Resolução:

$$v_{coroa} = v_{catraca} \rightarrow \omega_{cor} \cdot R_{cor} = \omega_{cat} \cdot R_{cat}$$

$$2\pi f_{cor} \cdot \frac{D_{cor}}{2} = 2\pi f_{cat} \cdot \frac{D_{cat}}{2}$$

$$80 \cdot \frac{0{,}15}{2} = f_{cat} \cdot \frac{0{,}05}{2}$$

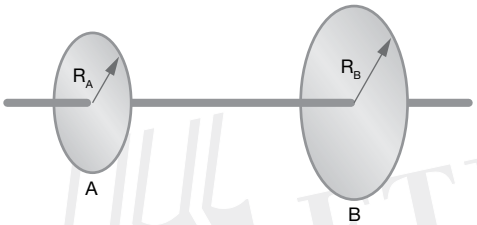
$$f_{cat} = 240 \text{ rpm} = \frac{240}{60} \text{ Hz} = 4 \text{ Hz}$$

$$\omega_{roda} = \omega_{cat} \rightarrow \omega_{roda} = 2\pi f_{cat} \rightarrow \omega_{roda} = 2\pi \cdot 4$$

$$\omega_{roda} = 8\pi \text{ m/s}$$

$$v_{roda} = \omega \cdot R_{roda} \rightarrow v_{roda} = 8\pi \cdot 0{,}3 \simeq 8{,}54 \text{ m/s ou} \simeq 9 \text{ m/s}$$

32 (Cefet-MA) Dois discos, presos a um eixo, giram com freqüência constante *f* de acordo com a figura. Sabe-se que $R_A = 6R_B$. A relação ω_A/ω_B vale:



a) 1
b) 6
c) 7
d) 2
e) 5

Resolução:

$$\omega_A = \omega_B \rightarrow \frac{\omega_A}{\omega_B} = 1$$

F4 – Dinâmica

p. 54

1 (UFPel-RS) Aristóteles afirmava que o lugar natural do corpo é o repouso, ou seja, quando um corpo adquire velocidade, sua tendência natural é voltar ao repouso (daí a explicação dos antigos filósofos de que os corpos celestes deveriam ser empurrados por anjos...).

Em oposição ao que afirmava Aristóteles, Galileu elaborou a hipótese de que não há necessidade de forças para manter um corpo com velocidade constante, pois uma aceleração nula está necessariamente associada a uma força resultante nula.

Com base no texto e em seus conhecimentos, considere as afirmativas abaixo.

I. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela está necessariamente em repouso ($\vec{v} = 0$).

II. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela necessariamente está em movimento retilíneo e uniforme ($\vec{v} \neq 0$).

III. Quando é alterado o estado de movimento de uma partícula, a resultante das forças exercidas sobre ela é necessariamente diferente de zero.

A(s) afirmativa(s) que se aplica(m) a qualquer sistema de referência inercial é (são):

a) apenas a I.
b) apenas a III.
c) apenas a I e a II.
d) apenas a II e a III.
e) I, II e III.
f) I.R..

Resolução:

I. Falsa. Se a força resultante é nula, a partícula pode estar em movimento retilíneo uniforme.

II. Falsa. A partícula pode estar em repouso.

III. Verdadeira. Para alterar o estado de movimento de uma partícula, a força resultante que age sobre ela deve ser nula.

2 (UEFS-BA) A velocidade de um corpo, de massa 5 kg, em movimento retilíneo uniformemente variado, se comporta, em relação ao tempo, de acordo com a tabela.

Velocidade (m/s)	5	11	17	23
Tempo (s)	0	3	6	9

Nessas condições, atua, sobre o corpo em movimento, uma força resultante de módulo igual, em newtons, a:

a) 2
b) 4
c) 5
d) 7
e) 10

Resolução:

A aceleração é constante e igual a: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11 - 5}{3 - 0} = 2\ m/s^2$

Logo: $F = ma \rightarrow F = 5 \cdot 2 = 10\ N$

3 (FGV-SP) Usado para missões suborbitais de exploração do espaço, o VS-30, foguete de sondagem brasileiro, possui massa total de decolagem de, aproximadamente, 1 500 kg e seu propulsor lhe imprime uma força de 95×10^3 N. Supondo que um desses foguetes seja lançado verticalmente em um local onde a aceleração da gravidade tem valor 10 m/s², desconsiderando a gradual perda de massa devido à combustão, a aceleração imprimida ao conjunto nos instantes iniciais de sua ascensão, relativamente ao solo, é, aproximadamente:

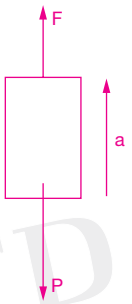
a) 15 m/s²
b) 24 m/s²
c) 36 m/s²
d) 42 m/s²
e) 53 m/s²

Resolução:

2ª lei de Newton: $F - P = Ma$

$95 \cdot 10^3 - 15 \cdot 10^3 = 1{,}5 \cdot 10^3 a$

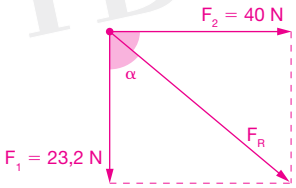
$a \simeq 53 \text{ m/s}^2$



4 (UFAC) Uma força de 23,2 N é aplicada a um corpo na direção sul, ao tempo em que uma outra força de 40 N é aplicada sobre o mesmo corpo na direção leste. O ângulo que a força resultante forma com a direção sul é:

a) 15°
b) 30°
c) 37°
d) 45°
e) 60°

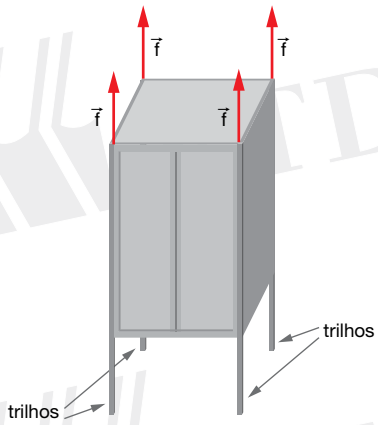
Resolução:



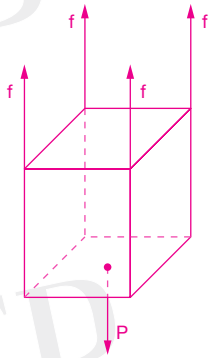
$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 \rightarrow F_R = \sqrt{23{,}2^2 + 40^2} \rightarrow F_R \simeq 46{,}2 \text{ N}$

Daí, vem: $\cos \alpha = \dfrac{23{,}2}{46{,}2} \simeq 0{,}5 \rightarrow \alpha = 60°$

5 (UFRJ) Quando o cabo de um elevador se quebra, os freios de emergência são acionados contra trilhos laterais, de modo que esses passam a exercer, sobre o elevador, quatro forças verticais constantes e iguais a $\vec{f}$, como indicado na figura. Considere $g = 10\ m/s^2$.
Suponha que, numa situação como essa, a massa total do elevador seja $M = 600$ kg e que o módulo de cada força $\vec{f}$ seja $|\vec{f}| = 1\,350$ N.
Calcule o módulo da aceleração com que o elevador desce sob a frenagem dessas forças. $1\ m/s^2$



Resolução:
Representando as forças que agem no elevador, temos:

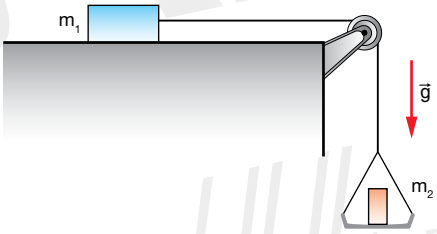


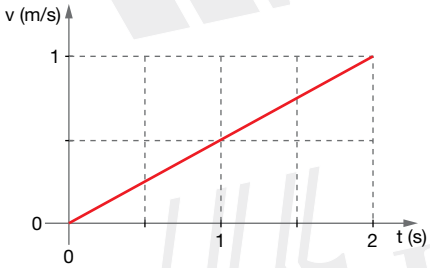
Aplicando a 2ª lei de Newton, vem:

$$P - 4f = Ma \rightarrow Mg - 4f = Ma$$
$$600 \cdot 10 - 4 \cdot 1\,350 = 600a$$
$$600 = 600a$$
$$a = 1\ m/s^2$$

p. 59

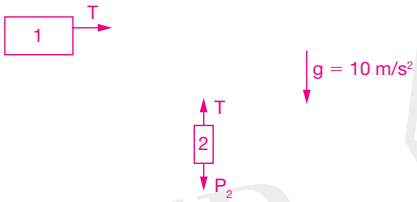
6 (UFG-GO) No arranjo esquematizado na figura ao lado, o corpo de massa m_1 é ligado por um fio inextensível a uma bandeja, passando por uma polia. Sobre a bandeja há um corpo de massa m_2.
O gráfico da velocidade do corpo de massa m_1, em função do tempo, é:





Despreze as forças de atrito e as massas da bandeja, fio e polia. Considere $m_1 = 1{,}0$ kg, $g = 10{,}0\ m/s^2$ e determine:
a) a massa m_2; 0,05 kg
b) a força que a bandeja exerce sobre o corpo de massa m_2. 0,475 N

Resolução:
a) Representando as forças, temos:

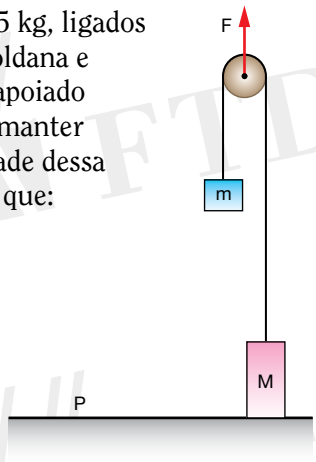


A aceleração do sistema é igual à aceleração do corpo 1.
$v = v_0 + at \rightarrow 1 = 0 + a \cdot 2 \rightarrow a = 0{,}5\ m/s^2$
Daí, vem: $T = m_1a \rightarrow T = 1 \cdot 0{,}5 \rightarrow T = 0{,}5$ N
$P_2 - T = m_2a \rightarrow m_2g - T = m_2a \rightarrow$
$\rightarrow m_2 \cdot 10 - 0{,}5 = m_2 \cdot 0{,}5 \rightarrow m_2 \simeq 0{,}05$ kg

b)

$$P_2 - N_B = ma \rightarrow 0{,}05 \cdot 10 - N_B = 0{,}05 \cdot 0{,}5 \rightarrow N_B = 0{,}475\ N$$

7 (UFCE) A figura ao lado mostra dois blocos de massas m = 2,5 kg e M = 6,5 kg, ligados por um fio que passa sem atrito por uma roldana. Despreze as massas do fio e da roldana e suponha que a aceleração da gravidade vale g = 10 m/s². O bloco de massa *M* está apoiado sobre a plataforma *P* e a força *F* aplicada sobre a roldana é suficiente apenas para manter o bloco de massa *m* em equilíbrio estático na posição indicada. Sendo *F* a intensidade dessa força e *R* a intensidade da força que a plataforma exerce sobre *M*, é correto afirmar que:



a) F = 50 N e R = 65 N
b) F = 25 N e R = 65 N
c) F = 25 N e R = 40 N
d) F = 50 N e R = 40 N
e) F = 90 N e R = 65 N

Resolução:

Conforme o enunciado da questão, podemos considerar nulas as massas do fio e da roldana. A condição de equilíbrio estático do bloco de massa *m* nos permite escrever: T = mg, em que *T* é a força de tração que a corda exerce sobre esse bloco. A roldana está em equilíbrio, submetida à ação da força *F*, para cima, e à ação da força 2T, exercida sobre ela pela corda, para baixo. Assim,

$F = 2T = 2mg = 2 \times 2{,}5 \times 10 = 50$ N.

Finalmente, analisando o sistema como um todo (roldana + fio + m + M), obtemos a relação

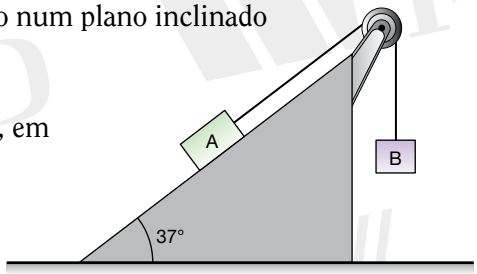
$F + R = Mg + mg$.

$R = Mg + mg - F = Mg + mg - 2mg = (M - m)g = (6{,}5 - 2{,}5)10 = 40$ N

8 (Fatec-SP) Um fio, que tem suas extremidades presas aos corpos *A* e *B*, passa por uma roldana sem atrito e de massa desprezível. O corpo *A*, de massa 1,0 kg, está apoiado num plano inclinado de 37° com a horizontal, suposto sem atrito.

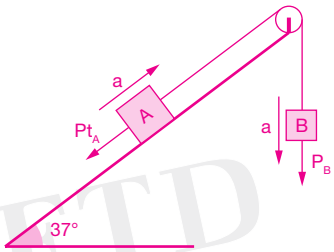
(Adote g = 10 m/s², sen 37° = 0,60 e cos 37° = 0,80.)

Para o corpo *B* descer com aceleração de 2,0 m/s², o seu peso deve ser, em newtons:



a) 2,0
b) 6,0
c) 8,0
d) 10
e) 20

Resolução:



2ª lei de Newton (A + B):

$P_B - P_{t_A} = (m_A + m_B)a$

$P_B - m_A\, g \text{ sen } 37° = (m_A + m_B)a$

$m_B \cdot 10 - 1{,}0 \cdot 10 \cdot 0{,}60 = (1{,}0 + m_B)\, 2{,}0$

$10m_B - 6{,}0 = 2{,}0 + 2{,}0m_B$

$8{,}0m_B = 8{,}0$

$m_B = 1{,}0 \text{ kg} \rightarrow P_B = m_B g = 10$ N

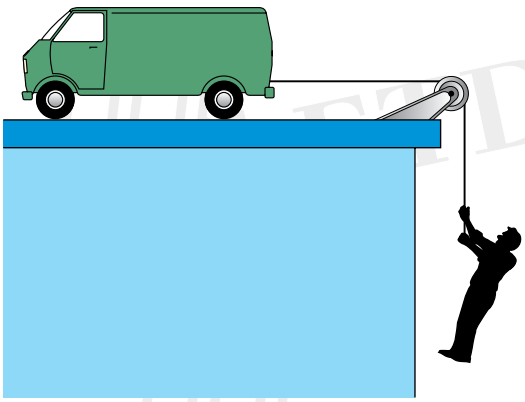
9 (PUC-SP) Uma caminhonete de 2 000 kg tenta resgatar um operário a partir de um precipício, usando um cabo inextensível que liga o veículo ao infortunado trabalhador, de massa 80 kg. Despreze o atrito na polia.

Se o homem sobe com aceleração de 1 m/s², responda:

a) Qual a força que movimenta a caminhonete? 2 880 N

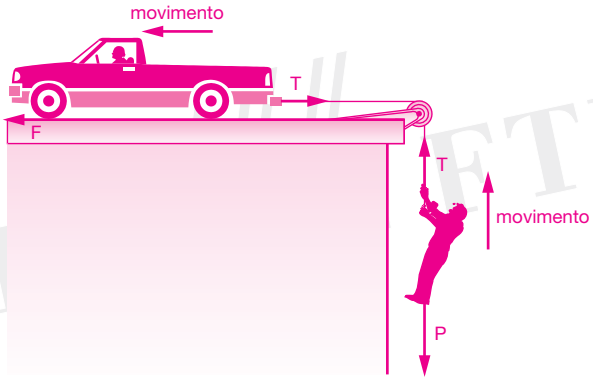
b) O cabo suporta no máximo uma tração de 2 000 N. Será possível o resgate com essa aceleração sem que ele arrebente? Será, pois a força tensora vale 880 N.

Dado: aceleração da gravidade local g = 10 m/s².



Resolução:

a) Isolando as forças, temos:



caminhonete: $F - T = m_c a$

operário: $T - P = m_o a$ ⊕

$F - P = (m_c + m_o)a$

Substituindo os valores, temos:

$F - m_o g = (m_c + m_o)a$

$F - 80 \cdot 10 = (2\,000 + 80) \cdot 1$

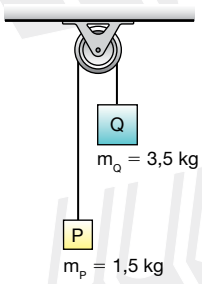
$F = 2\,880$ N

b) Da segunda equação, temos:

$T - P = m_o a \rightarrow T - 800 = 80 \cdot 1 \rightarrow T = 880$ N

Como a força tensora tem intensidade menor que 2 000 N, o cabo não arrebenta.

10 (PUCCamp-SP) Dois corpos estão presos às extremidades de um barbante que passa por uma polia, como mostra o esquema da figura. Desprezando atritos, massa do barbante e massa da polia, e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s², o módulo da aceleração do corpo *P* é igual a:



a) 1,3 m/s²

b) 4,0 m/s²

c) 5,0 m/s²

d) 10 m/s²

e) 13 m/s²

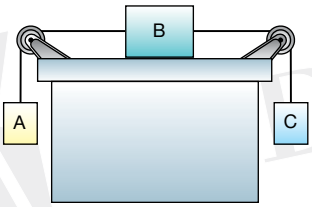
Resolução:

$P_Q - T = m_Q a$

$T - P_P = m_P a$

$P_Q - P_P = (m_Q + m_P)a \rightarrow (3{,}5 - 1{,}5)a \rightarrow a = 4$ m/s²

11 (UEL-PR) A figura mostra um sistema em que se considera desprezível o atrito entre o bloco *B* e a superfície de apoio, bem como as massas das polias e dos fios.



Dados: $m_A = 2{,}0$ kg; $m_B = 5{,}0$ kg; $m_C = 3{,}0$ kg; $g = 10$ m/s²

A aceleração adquirida pelos corpos, quando o sistema é abandonado, vale, no Sistema Internacional de unidades:

a) 1,0
b) 2,0
c) 3,0
d) 5,0
e) 10

Resolução:

$$T_{AB} - 20 = 2a$$
$$T_{BC} - T_{AB} = 5a$$
$$30 - T_{BC} = 3a$$
$$10 = 10 \cdot a \rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

p. 60

Em testes como o 12, a resposta é dada pela soma dos números que identificam as alternativas corretas.

12 (UFSC) Com relação às leis de Newton, é correto afirmar:

(01) A velocidade adquirida por um corpo é diretamente proporcional à força que nele é aplicada. Esse é o conteúdo da 1ª lei de Newton.

(02) A velocidade adquirida por um corpo é diretamente proporcional à força que nele é aplicada. Esse é o conteúdo da 2ª lei de Newton.

(04) Um avião a jato ou um foguete tem o seu movimento explicado pela 3ª lei de Newton, ou lei da ação e reação.

(08) A 1ª lei de Newton, também conhecida como lei da inércia, só pode ser utilizada para os corpos que estão parados em relação a um sistema de referência inercial, porque inércia e repouso são sinônimos na Mecânica.

(16) Se, num dado instante, um corpo se desloca em linha reta com velocidade constante, então, naquele instante, a resultante de todas as forças que atuam no corpo também é uma constante não-nula em módulo.

(32) A lei da ação e reação diz que a força de reação é igual e oposta ao que se denomina ação, desde que ambas as forças estejam sempre aplicadas no mesmo corpo.

(64) Dois corpos que possuem as mesmas massas inerciais, animados de movimentos retilíneos, estarão sujeitos a acelerações iguais, em módulo, quando a resultante das forças que sobre eles atuarem possuírem as mesmas intensidades. 68

Resolução:

(01) Falsa. A 1ª lei de Newton é a lei da Inércia.

(02) Falsa. A aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à força aplicada, 2ª lei de Newton.

(04) Correta. O foguete ejeta os gases para trás e os gases empurram o foguete para a frente.

(08) Falsa. A 1ª lei de Newton pode ser usada para corpos em movimento retilíneo; a aceleração é nula.

(16) Falsa. Se a velocidade é constante e o movimento é retilíneo, a aceleração é nula.

(32) Falsa. A ação e a reação agem em corpos distintos.

(64) Correta. Sendo $F_R = ma$ (com F_R e *m* iguais), temos:

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

São corretas as afirmativas 04 e 64, somando 68.

13 (UEL-PR) Os corpos *A* e *B* são puxados para cima, com aceleração de 2,0 m/s², por meio da força $\vec{F}$, conforme o esquema da figura. Sendo $m_A = 4{,}0$ kg, $m_B = 3{,}0$ kg e $g = 10$ m/s², a força de tração na corda que une os corpos *A* e *B* tem módulo de:

a) 14 N
b) 30 N
c) 32 N
d) 36 N
e) 44 N

Resolução:

$T - P_B = m_B a \rightarrow T - 3 \cdot 10 = 3 \cdot 2$

$T = 36$ N

14 (Mack-SP) Um elevador cujo peso é de 1 200 N desce com uma aceleração constante de 1 m/s². Admitindo $g = 10$ m/s², podemos afirmar que a tração no cabo é de:

a) 980 N
b) 890 N
c) 1 100 N
d) 1 080 N
e) Não sei.

Resolução:

1ª situação:

$T - P = ma$

$T - 1200 = 120 \cdot 1$

$T = 1320$ N (mov. retardado)

2ª situação:

$P - T = ma$

$1200 - T = 120 \cdot a$

$T = 1080$ N (mov. acelerado)

15 (Fafi/BH-MG) Um peso, $P = 100$ N, está preso a um fio. Considere as seguintes afirmativas ($g = 10$ m/s²):

I. Se $T = 150$ N, o fio com o peso se eleva com uma aceleração de 5 m/s².
II. Quando o fio com o peso desce com uma aceleração de 5 m/s², a tensão no fio vale 50 N.
III. Se $T = 100$ N, o peso poderá subir com velocidade constante.

Assinale:

a) se todas as afirmativas são falsas
b) se todas as afirmativas estão corretas
c) se apenas as afirmativas I e II estão corretas
d) se apenas as afirmativas I e III estão corretas
e) se apenas as afirmativas II e III estão corretas

Resolução:

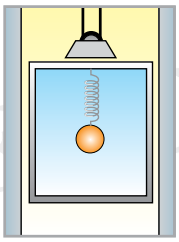
I. $150 - 100 = 10a \rightarrow a = 5$ m/s²

II. $100 - T = 10 \cdot 5 \rightarrow T = 50$ N

III. $100 - 100 = 10a \rightarrow a = 0 \rightarrow v = cte$

As três afirmativas estão corretas.

16 (Cefet-MG) Um corpo de massa igual a 2,0 kg está dependurado, por uma mola, no teto de um elevador que sobe com velocidade igual a 5,0 m/s. Considerando $g = 10\ m/s^2$, determine:



a) a força exercida pela mola sobre o corpo 20 N

b) a força exercida pela mola sobre o corpo, se o elevador estivesse subindo com a aceleração igual a $1{,}0\ m/s^2$ 22 N

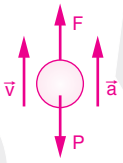
Resolução:

a) Como v é constante, $a = 0$ e, portanto:

$F = P \rightarrow F = mg \rightarrow F = 2 \cdot 10 = 20\ N$

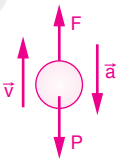
b) Se o elevador sobe em movimento acelerado:

$F - P = ma \rightarrow F - 2 \cdot 10 = 2 \cdot 1 \rightarrow F = 22\ N$

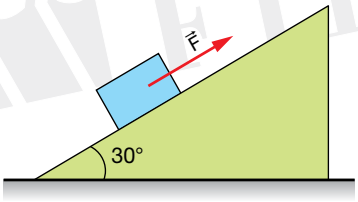


Se ele sobe em movimento retardado:

$P - F = ma \rightarrow 2 \cdot 10 - F = 2 \cdot 1 \rightarrow F = 18\ N$



17 Um corpo de massa 4 kg move-se sobre um plano inclinado perfeitamente liso, puxado por uma força $\vec{F}$ paralela ao plano inclinado, como indica a figura.



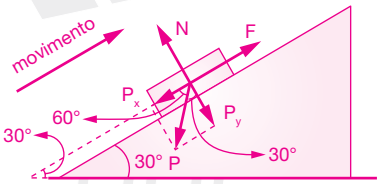
Sabendo que $g = 10\ m/s^2$, calcule a intensidade de $\vec{F}$ nos seguintes casos:

a) o corpo sobe o plano inclinado com aceleração de $2\ m/s^2$ 28 N

b) o corpo sobe o plano inclinado com velocidade constante 20 N

Resolução:

a) Isolando o corpo, temos:



$P_x = P \cos 60° = mg \cos 60° = 4 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 20\ N$

Na direção do movimento, temos:

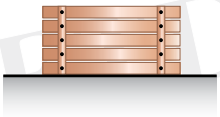
$F - P_x = ma \rightarrow F - 20 = 4 \cdot 2 \rightarrow F = 28\ N$

b) Se o corpo sobe o plano inclinado com velocidade constante ($a = 0$), temos:

$F - P_x = 0 \rightarrow F - 20 = 0 \rightarrow F = 20\ N$

p. 63

18 (UFSE) Um caixote de massa 20 kg está, em repouso, simplesmente apoiado numa superfície horizontal, com a qual apresenta os coeficientes de atrito: $\mu_{estático} = 0{,}40$ e $\mu_{dinâmico} = 0{,}25$.



Adote $g = 10\ m/s^2$ e analise as afirmações que seguem.

V	F
0	~~0~~
~~1~~	1
~~2~~	2
~~3~~	3
4	~~4~~

0 – 0 O valor da compressão normal que o caixote exerce na superfície é maior que 200 N.

1 – 1 Nas condições do enunciado, a força de atrito é nula.

2 – 2 Se for aplicada ao caixote uma força horizontal de 40 N, ele permanecerá parado e a força de atrito valerá 40 N.

3 – 3 Para que o caixote permaneça em repouso, a máxima intensidade da força horizontal a ser aplicada é de 80 N.

4 – 4 Se for aplicada uma força horizontal de 100 N no caixote, sua aceleração terá intensidade de $5{,}0\ m/s^2$.

Resolução:

0 – 0 (Falsa)

Como o caixote está em repouso, o equilíbrio vertical ocorre porque a compressão normal tem módulo igual ao peso do caixote (P = 200 N).

1 – 1 (Verdadeira)

A força de atrito só aparece quando sobre o caixote é aplicada uma força horizontal.

2 – 2 (Verdadeira)

$f_{at} = \mu N = 0{,}4 \cdot 200 = 80\ N$

Como a força horizontal tem módulo menor que a força de atrito máxima, o caixote permanecerá em repouso.

3 – 3 (Verdadeira)

O caixote só entrará em movimento se a força horizontal aplicada for maior que a força de atrito máxima (80 N).

4 – 4 (Falsa)

$F - f_{at} = ma \rightarrow 100 - 0{,}25 \cdot 200 = 20a \rightarrow a = 2{,}5\ m/s^2$

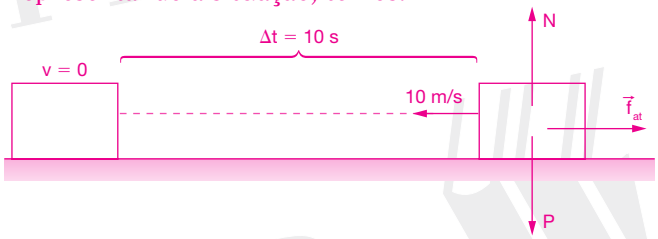
19 (UFJF-MG) Um urso polar está correndo em linha reta com uma velocidade de módulo igual a 10 m/s sobre uma superfície uniforme, plana e horizontal. Parando bruscamente de correr, ele desliza durante 10 s, como mostra a figura ao lado, com um movimento uniformemente variado, até atingir o repouso.

Nessa situação, pode-se afirmar que o coeficiente de atrito cinético entre as patas do animal e o chão é:

a) 0,50
b) 0,20
c) 0,10
d) 0,40
e) 0,60

Resolução:

Representando a situação, temos:



$F_R = -f_{at} \rightarrow ma = -\mu N \rightarrow \cancel{m}a = -\mu \cancel{m} \cdot g \rightarrow a = -\mu g$

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a = \dfrac{0 - 10}{10} \rightarrow a = -1\ m/s^2$

$-1 = -\mu \cdot 10 \rightarrow \mu = 0{,}10$

20 (UFSC) Um homem empurra uma mesa com uma força horizontal $\vec{F}$, da esquerda para a direita, movimentando-a neste sentido. Um livro solto sobre a mesa permanece em repouso em relação a ela.

Considerando a situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

(01) Se a mesa deslizar com velocidade constante, a força de atrito sobre o livro não será nula.

(02) Como o livro está em repouso em relação à mesa, a força de atrito que age sobre ele é igual, em módulo, à força $\vec{F}$.

(04) Se a mesa deslizar com aceleração constante, atuarão sobre o livro somente as forças peso, normal e a força $\vec{F}$.

(08) Se a mesa deslizar com aceleração constante, a força de atrito que atua sobre o livro será responsável pela aceleração do livro.

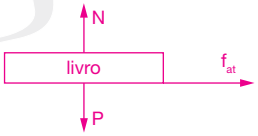
(16) Se a mesa deslizar com velocidade constante, atuarão somente as forças peso e normal sobre o livro.

(32) Se a mesa deslizar com aceleração constante, o sentido da força de atrito que age sobre o livro será da esquerda para a direita. 56

Resolução:

(01) (Falsa)

O livro não se movimenta em relação à mesa. Por isso a aceleração do livro em relação ao solo é a mesma da mesa.

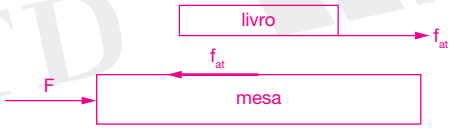


Se a mesa desliza com velocidade constante (a = 0), a força de atrito é nula.

(02) (Falsa)

A força de atrito que age sobre o livro é: $f_{at} = \mu N = \mu P$

Em que μ é o coeficiente de atrito entre a mesa e o livro e *P* é o peso do livro.



(04) (Falsa)

A força *F* não age sobre o livro.

(08) (Verdadeira)

A força de atrito é responsável pela aceleração do livro (veja item 01).

(16) (Verdadeira)

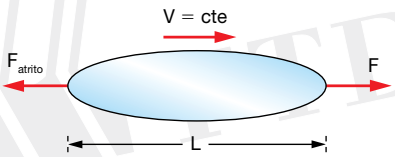
Se a velocidade é constante (a = 0), então $f_{at} = 0$. Daí, agem sobre o livro somente as forças *N* e *P* (veja item 01).

(32) (Verdadeira)

É a força de atrito que faz o livro ter a mesma aceleração da mesa. O sentido da força de atrito sobre o livro é da esquerda para a direita (veja figura do item 01).

São corretas as afirmativas 08, 16 e 32, somando 56.

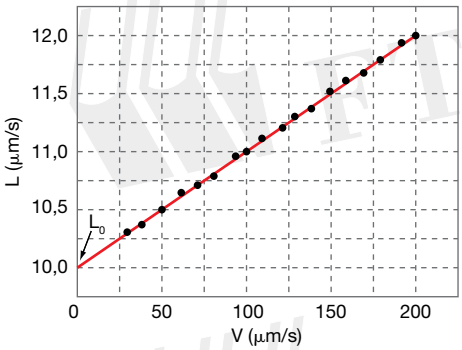
21 (Unicamp-SP) A elasticidade das hemácias, muito importante para o fluxo sangüíneo, é determinada arrastando-se a hemácia com velocidade constante *V* através de um líquido. Ao ser arrastada, a força de atrito causada pelo líquido deforma a hemácea, esticando-a, e o seu comprimento pode ser medido através de um microscópio (*vide* esquema). O gráfico apresenta o comprimento *L* de uma hemácea para diversas velocidades de arraste *V*. O comprimento de repouso desta hemácea é $L_0 = 10$ micra.



a) A força de atrito é dada por $F_{atrito} = -bV$, com *b* sendo uma constante. Qual é a dimensão de *b*, e quais são as suas unidades no SI? ML^0T^{-1} e kg/s

b) Sendo $b = 1{,}0 \times 10^{-8}$ em unidades do SI, encontre a força de atrito quando o comprimento da hemácea é de 11 micra. $1 \cdot 10^{-12}$ N

c) Supondo que a hemácea seja deformada elasticamente, encontre a constante de mola *k*, a partir do gráfico. $1 \cdot 10^{-6}$ N/m



Resolução:

a) Como $F_{atrito} = -bV$, temos que a dimensão de b ([b]) é:

$$[b] = \frac{[F]}{[V]} = \frac{\text{dimensão de força}}{\text{dimensão de velocidade}}$$

Como $[F] = MLT^{-2}$ e $[V] = LT^{-1}$, fazendo-se a devida substituição, vem: $[b] = MT^{-1}$

Cujas unidades no SI são: $M \rightarrow$ kg e $T^{-1} \rightarrow s^{-1}$. Portanto:

Unidade de b = kg · s^{-1} = kg/s

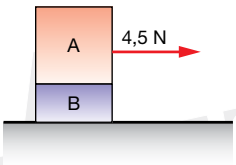
b) Utilizando o gráfico, temos que, para L = 11 μm, V = 100 μm/s. Então:

$F_{atrito} = -1{,}0 \cdot 10^{-8} \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-4}$, logo: $F_{atrito} = -1{,}0 \cdot 10^{-12}$N ou $|F| = 1 \cdot 10^{-12}$N

c) Pelo gráfico, quando V = 100 μm/s, $\Delta L = L - L_0 = 1{,}0$ μm.

Como $|F| = |F_{atrito}|$, vem: $F = k \cdot \Delta L \rightarrow k = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^{-12}}{1{,}0 \cdot 10^{-6}} \rightarrow k = 1{,}0 \cdot 10^{-6}$ N/m

22 (Vunesp-SP) Dois blocos, *A* e *B*, com *A* colocado sobre *B*, estão em movimento sob ação de uma força horizontal de 4,5 N aplicada sobre *A*, como ilustrado na figura.



Considere que não há atrito entre o bloco *B* e o solo e que as massas são respectivamente $m_A = 1{,}8$ kg e $m_B = 1{,}2$ kg. Tomando g = 10 m/s², calcule:

a) a aceleração dos blocos, se eles se locomovem juntos; 1,5 m/s²

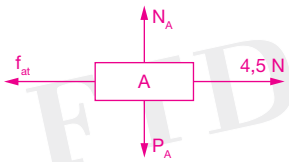
b) o valor mínimo do coeficiente de atrito estático para que o bloco *A* não deslize sobre *B*. 0,1

Resolução:

a) Aplicando-se a 2ª lei de Newton para o sistema de corpos, vem que:

$F_R = (m_A + m_B)a \rightarrow 4{,}5 = (1{,}8 + 1{,}2)a \rightarrow a = 1{,}5$ m/s²

b) Isolando-se o corpo *A* e indicando-se as forças, temos:



$F_R = ma \rightarrow 4{,}5 - f_{at} = m_A a$

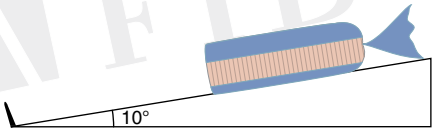
$4{,}5 - \mu N_A = m_A a$

$4{,}5 - \mu m_A g = m_A a$

$4{,}5 - \mu \cdot 1{,}8 \cdot 10 = 1{,}8 \cdot 1{,}5$

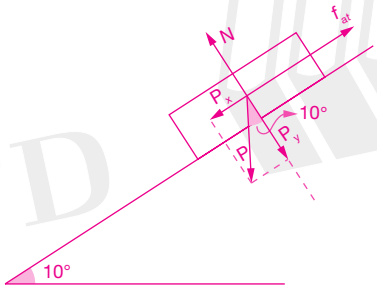
$\mu = 0{,}1$

23 (FMTM-MG) A prateleira inclinada onde são expostos os pães de fôrma nos supermercados geralmente faz com que, uma vez retirado o pão à mostra, o que está por trás escorregue pela pequena rampa para tomar a posição daquele que foi retirado. Em algumas ocasiões, no entanto, ao retirar-se o pão que está na frente, o de trás permanece em repouso em seu local original.
Isso se deve à força de atrito que, nesse caso, tem seu módulo, em N, igual a:
(Dados: massa do pão e sua embalagem = 0,500 kg; aceleração da gravidade local = 10,0 m/s²; inclinação da prateleira com a horizontal = 10°; sen 10° = 0,17 e cos 10° = 0,98.)



a) 0,85
b) 1,70
c) 3,25
d) 4,90
e) 5,00

Resolução:



$P_x = P \text{ sen } 10° = 0{,}5 \cdot 10 \cdot 0{,}17 = 0{,}85 \text{ N}$
$P_y = P \cos 10° = 0{,}5 \cdot 10 \cdot 0{,}98 = 4{,}95 \text{ N}$
$P_x = f_{at} \rightarrow f_{at} = 0{,}85 \text{ N}$

p. 66

24 (Ufop-MG) Para uma partícula em MCU, é incorreto afirmar que:
a) Sua aceleração é zero.
b) O módulo da força que atua na partícula é proporcional ao quadrado da sua velocidade.
c) A força que atua na partícula está dirigida para o centro da circunferência.
d) A aceleração em cada ponto é perpendicular à velocidade em cada ponto.
e) A velocidade em cada ponto é perpendicular ao raio da circunferência em cada ponto.

Resolução:
A aceleração resultante é a aceleração centrípeta.

25 (UFMG) Uma borracha de massa igual a 50 g está sobre o disco de uma eletrola, a 10 cm de seu centro. A borracha gira junto com o disco, numa velocidade angular constante de 0,4 rad/s. O coeficiente de atrito estático entre a borracha e o disco vale 0,50, e a aceleração da gravidade pode ser considerada igual a 10 m/s².

a) Determine o valor da força centrípeta que atua na borracha. $8 \cdot 10^{-4}$ N

b) Determine o valor da força de atrito que atua sobre a borracha. 0,25 N

Resolução:

$$\text{Dados} \begin{cases} m = 0{,}05 \text{ kg} \\ R = 0{,}1 \text{ m} \\ \omega = 0{,}4 \text{ rad/s} \\ \mu = 0{,}5 \end{cases}$$

a) $F_{cp} = m\omega^2 R$

$F_{cp} = 0{,}05 \cdot 0{,}4^2 \cdot 0{,}1$

$F_{cp} = 8 \cdot 10^{-4}$ N

b) $F_{at} = \mu N$

$F_{at} = 0{,}5 \cdot 0{,}05 \cdot 10$

$F_{at} = 0{,}25$ N

26 (UFPA) Considere que um automóvel de 1 000 kg de massa vai descrever uma curva cujo raio é R = 250 m, em uma estrada plana e horizontal. O coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada vale 0,50. Qual a máxima velocidade que o automóvel pode alcançar nesta curva, sem derrapar? Expresse-a em metros por segundo.

a) 30
b) 35
c) 60
d) 70
e) 105

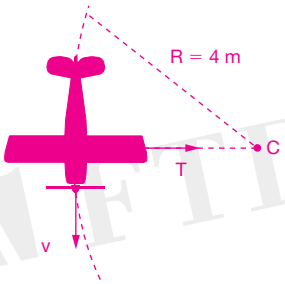
Resolução:

$f_{at} = F_c \rightarrow \mu N = m\dfrac{v^2}{r}$ (N = P)

$0{,}5 \cdot 1\,000 \cdot 10 = \dfrac{1\,000v^2}{250} \rightarrow v \simeq 35$ m/s

27 Um avião de brinquedo é posto para girar num plano horizontal preso a um fio de comprimento 4,0 m. Sabe-se que o fio suporta uma força de tração horizontal máxima de valor 20 N. Sabendo que a massa do avião é 0,8 kg, qual a máxima velocidade que pode ter o avião, sem que ocorra o rompimento do fio? 10 m/s

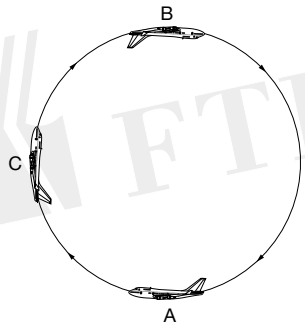
Resolução:



$T = F_{cp}$

$T = \dfrac{m \cdot v^2}{R} \rightarrow 20 = \dfrac{0{,}8v^2}{4} \rightarrow v = 10$ m/s

28 (Vunesp-SP) Um piloto de massa 60 kg executa a manobra mostrada na figura. Na manobra apresentada, o jato se move em uma circunferência vertical de raio 3 km, a uma velocidade com intensidade constante de 200 m/s. Admitindo-se $g = 10\ m/s^2$, determine:

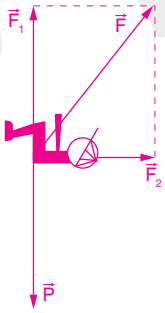


a) o módulo, a direção e o sentido da força que o assento exerce sobre o piloto, quando o jato está em *C*; 1 000 N

b) a razão entre as forças do assento sobre o piloto, quando o jato está na posição *A* e na posição *B*. 7

Resolução:

a)



$\vec{F}$: força total que a cadeira exerce sobre o piloto.

$\vec{P}$: força de gravidade que o planeta Terra exerce sobre o piloto.

A força $\vec{F}$ admite uma componente vertical $\vec{F}_1$, aplicada pelo encosto da cadeira, e uma força horizontal $\vec{F}_2$, aplicada pelo assento da cadeira.

A componente $\vec{F}_1$ vai equilibrar o peso e a componente $\vec{F}_2$ faz o papel de resultante centrípeta.

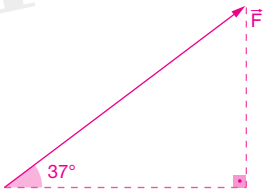
$|\vec{F}_1| = |\vec{P}| = mg = 600\ N$

$$|\vec{F}_2| = F_{cp} = \frac{mV^2}{R} = \frac{60(200)^2}{3\,000} = 800\ N$$

A força aplicada apenas pelo assento, $\vec{F}_2$, será horizontal, orientada para a direita e com módulo 800 N.

Contudo, a força total aplicada pela cadeira do piloto será dada por: $F^2 = F_1^2 + F_2^2 \rightarrow F = 1\,000\ N$

A força $\vec{F}$ é inclinada de 37° em relação à horizontal e tem o sentido indicado na figura.

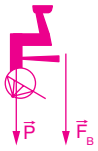


b)

Na posição *A*:

$F_A - P = F_{cp}$

$F_A - 600 = 800 \rightarrow F_A = 1\,400\ N$



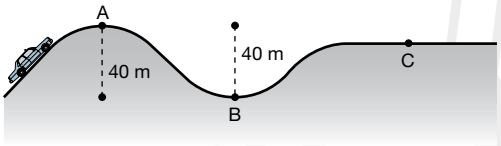
Na posição *B*:

$F_B + P = F_{cp}$

$F_B + 600 = 800 \rightarrow F_B = 200\ N$

$$x = \frac{F_A}{F_B} = \frac{1\,400}{200} \rightarrow x = 7$$

29 O eixo de um trecho de rodovia está contido num plano vertical e apresenta-se em perfil.



Os raios de curvatura nos pontos *A* e *B* são iguais a 40 m e o trecho que contém *C* é horizontal. Um carro com massa 800 kg percorre a estrada com velocidade escalar constante de 54 km/h. Determine a intensidade da reação normal da rodovia sobre o carro nos pontos *A*, *B* e *C*. 3 500 N, 12 500 N e 8 000 N

Resolução:

Dados $\begin{cases} 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s} \\ m = 800 \text{ kg} \\ R = 40 \text{ m} \end{cases}$

$F_{cp} = m\dfrac{v^2}{R} = 800 \cdot \dfrac{15^2}{40}$

$F_{cp} = 4\,500 \text{ N}$

Ⓐ

$F_{cp} = P - N$

$N = P - F_{cp}$

$N = 8\,000 - 4\,500$

$N = 3\,500 \text{ N}$

Ⓑ

$N = F_{cp} + P$

$N = 4\,500 + 8\,000$

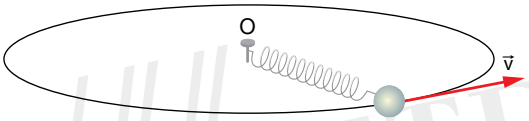
$N = 12\,500 \text{ N}$

Ⓒ

$N = P$

$N = 8\,000 \text{ N}$

30 (Unicamp-SP) Uma bola de massa igual a 1,0 kg, presa à extremidade livre de uma mola esticada de constante elástica $k = 2\,000$ N/m, descreve um MCU de raio $R = 0{,}50$ m com velocidade $v = 10$ m/s sobre uma mesa horizontal e sem atrito. A outra extremidade da mola está presa a um pino em *O*, segundo a figura a seguir.



a) Determine o valor da força que a mola aplica na bola para que esta realize o movimento descrito. 200 N

b) Qual era o comprimento original da mola antes de ter sido esticada? 0,4 m

Resolução:

a) $F_{el} = F_{cp} = m\dfrac{v^2}{R} = 1 \cdot \dfrac{10^2}{0{,}5} = 200 \text{ N}$

b) $F_{el} = k\Delta x$

$200 = 2\,000\ \Delta x$

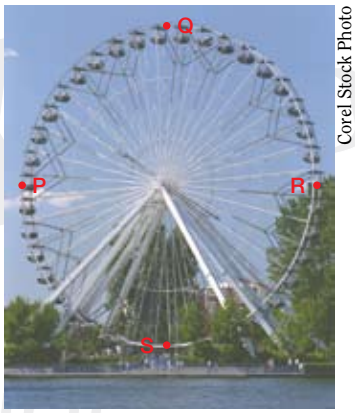
$\Delta x = 0{,}1 \text{ m}$

Então: $\Delta x = x - x_0$

$0{,}1 = 0{,}5 - x_0$

$x_0 = 0{,}4 \text{ m}$

31 (UFMG) Ana está sentada em um banco de uma roda-gigante, que gira com velocidade angular constante. Nesse movimento, Ana passa, sucessivamente, pelos pontos *P*, *Q*, *R* e *S*, como mostrado na figura ao lado. Considere que a massa de Ana é 30 kg, que o raio de sua trajetória é 5,0 m e que o módulo de sua velocidade angular é 0,40 rad/s. (Use $g = 10\ m/s^2$.)



Corel Stock Photo

Com base nessas informações:

a) Determine a força resultante — módulo, direção e sentido — sobre Ana quando esta passa pelo ponto *Q*, indicado na figura. 24 N, vertical para o centro da roda

b) Responda:

O módulo da força que o banco faz sobre Ana é maior no ponto *Q* ou no ponto *S*? Justifique sua resposta. $N_Q = 276\ N$ e $N_S = 324\ N$

Resolução:

a) $F_{cp} = \dfrac{mv^2}{R} \rightarrow F_{cp} = \dfrac{m(\omega R)^2}{R} \rightarrow F_{cp} = m\omega^2 R$

$F_{cp} = 30 \cdot (0{,}4)^2 \cdot 5$

$F_{cp} = 24\ N$

Direção vertical e sentido para baixo.

b)

$F_{cp} = P - N_Q \rightarrow 24 = 300 - N_Q \rightarrow N_Q = 276\ N$

$F_{cp} = N_S - P \rightarrow 24 = N_S - 300 \rightarrow N_S = 324\ N$

32 (PUC-SP) A região denominada *Amazônia Legal*, com 5 milhões de km², cobre 60% da área do território nacional, abrangendo Amazonas, Acre, Amapá, oeste do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Roraima e Tocantins (figura 1). Nessa região está a Floresta Amazônica que já há algum tempo vem sendo devastada. Se por um lado não se tem evitado a progressiva diminuição da floresta, por outro, pelo menos, nunca foi possível medir a devastação com tanta precisão, devido às imagens captadas por satélites.

Figura 1

Parte do monitoramento da devastação é feita por meio dos dados enviados pelos satélites Landsat e CBERS-2 ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) onde os cientistas produzem boletins diários, identificando os locais e as características dos desmatamentos mais recentes. Esses satélites giram ao redor da Terra em uma órbita praticamente polar e circular (figura 2), de maneira que a combinação sincronizada entre as velocidades do satélite e da rotação da Terra torna possível "mapear" todo o planeta após certo número de dias.

Dependendo do satélite, a faixa de território que ele consegue observar pode ser mais larga ou mais estreita (figura 3). O satélite Landsat "varre" todo o planeta a cada 16 dias, completando uma volta em torno da Terra em aproximadamente 100 minutos. O CBERS-2, que também tem período de revolução de 100 minutos, observa uma faixa mais larga que a observada pelo Landsat e consegue "varrer" todo o planeta em apenas 5 dias. (Fonte: www.inpe.br)

Figura 2

Sempre que necessário, utilize:

- Constante da gravitação universal: $G = 6{,}0 \cdot 10^{-11}$ (SI)
- Massa da Terra: $M_T = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg
- Raio da Terra: $R_T = 6\,200$ km $= 6{,}2 \cdot 10^6$ m
- Período de rotação da Terra em torno de seu eixo: $T = 24$ h
- $\pi = 3$

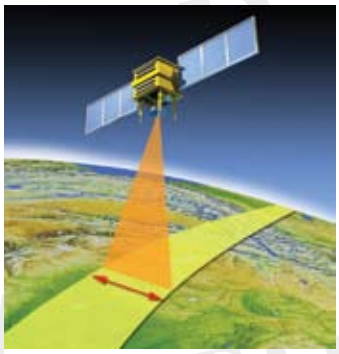


Figura 3

Figura 4

Nas questões seguintes, eventualmente, você precisará de dados numéricos contidos no texto.

Procure-os com atenção.

a) Baseando-se nas leis de Newton da Mecânica Clássica explique por que um satélite:
   - não necessita de combustível para permanecer em órbita por longo tempo;
   - mantém sua órbita circular sem se afastar ou se aproximar da superfície da Terra.

b) Calcule, em m/s², o valor da aceleração centrípeta que atua sobre o satélite Landsat em sua órbita a 800 km de altitude em relação à superfície da Terra. Despreze possíveis efeitos advindos do movimento de rotação da Terra.

c) Apenas 25% da superfície terrestre estão acima do nível dos oceanos. Com base nisso, calcule a relação porcentual entre a área da Amazônia Legal e a área da superfície terrestre que não está coberta pela água dos oceanos.

d) Considere duas voltas consecutivas do satélite CBERS-2 em torno da Terra. Na primeira volta, ao cruzar a linha do Equador, fotografa um ponto *A*. Na volta seguinte, ao cruzar novamente a linha do Equador, fotografa um ponto *B* (figura 4). Calcule, em km, o comprimento do arco AB.

e) Desenhe em escala o gráfico da velocidade *v* de um satélite em função do raio *R* de sua órbita ao redor da Terra, assinalando no gráfico:
   - um ponto qualquer (R_1, v_1).
   - três outros pontos de abscissas $\frac{R_1}{4}$, $4R_1$ e $16R_1$.

Resolução:

a) O movimento orbital não necessita de combustível porque ele é mantido pela força gravitacional que a Terra exerce no satélite. O satélite em órbita está em uma eterna queda livre, isto é, ele está caindo, porém a curvatura de sua trajetória coincide com a curvatura da superfície terrestre e por isso ele não se aproxima nem se afasta dela.
No caso da órbita circular, a força gravitacional faz o papel de resultante centrípeta e é usada apenas para mudar a direção da velocidade vetorial do satélite.

b) Sendo o movimento orbital circular e uniforme, a aceleração do satélite é dada por:

$$a_{cp} = \omega^2 R \rightarrow a_{cp} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$$

$T = 100 \text{ min} = 100 \cdot 60 \text{ s} = 6{,}0 \cdot 10^3 \text{ s}$

$R = R_T + h = 6\,200 \text{ km} + 800 \text{ km} = 7{,}0 \cdot 10^6 \text{ m}$

$$a_{cp} = \left(\frac{6}{6{,}0 \cdot 10^3}\right)^2 \cdot 7{,}0 \cdot 10^6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$a_{cp} = 7{,}0 \text{ m/s}^2$

c) 1) A área da superfície terrestre, em km², é $4\pi R_T^2 = 4 \cdot 3 \cdot (6\,200)^2 = 46\,128 \cdot 10^4$

2) A área da superfície terrestre que está acima dos níveis oceânicos, em km², é
$25\% \cdot 46\,128 \cdot 10^4 = 11\,532 \cdot 10^4$

3) A relação porcentual entre a área da Amazônia Legal e a área da superfície terrestre que não está coberta pela água dos oceanos é: $\dfrac{5 \cdot 10^6 \text{ km}^2}{11\,532 \cdot 10^4 \text{ km}^2} = \dfrac{500}{11\,532} \simeq 0{,}0433 = 4{,}33\%$

d) No intervalo de tempo $\Delta t = 100 \text{ min} = 100 \cdot 60 \text{ s} = 6{,}0 \cdot 10^3 \text{ s}$, um ponto na linha do equador na superfície terrestre percorre uma distância Δs dada por:

$\Delta s = V\Delta t = \omega_T R_T \Delta t$

$$\Delta s = \frac{2\pi}{T_T} R_T \Delta t$$

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

$\Delta s \simeq 26 \cdot 10^5 \text{ m}$

$\Delta s \simeq 2{,}6 \cdot 10^3 \text{ km}$

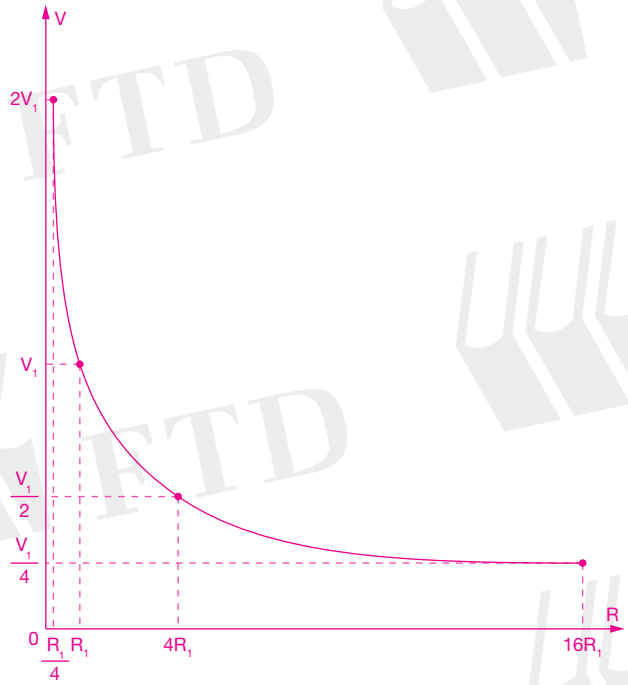
e) $F_{cp} = F_{grav} \rightarrow \dfrac{mV^2}{R} = G\dfrac{mM}{R^2}$

$$V^2 = G\frac{M}{R} \rightarrow V = \sqrt{G\frac{M}{R}}$$

Em que: m = massa do satélite e
M = massa da Terra

A partir da expressão, construímos a tabela:

R	V
R_1	V_1
$\frac{R_1}{4}$	$2V_1$
$4R_1$	$\frac{V_1}{2}$
$16R_1$	$\frac{V_1}{4}$



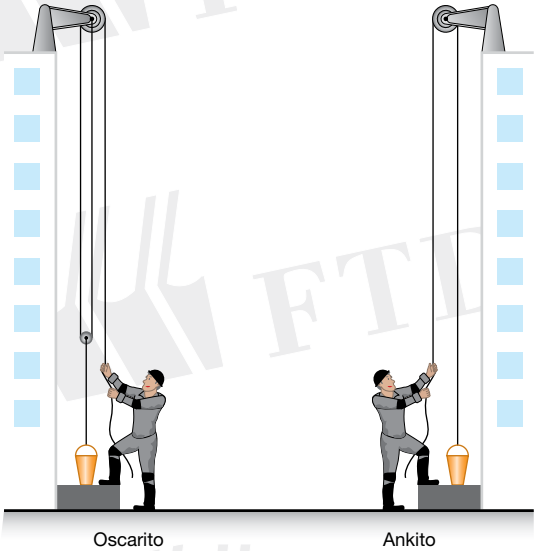
p. 75

33 (Ecmal-AL) O peso, força que está presente em todos os fenômenos da vida cotidiana, realiza trabalho nulo, quando uma pessoa:

a) sobe uma ladeira.
b) desce uma escada rolante.
c) desce de pára-quedas.
d) se desloca verticalmente em um elevador.
e) se desloca horizontalmente numa esteira rolante.

Resolução:
O peso é uma força vertical de módulo constante. O trabalho do peso é nulo em deslocamentos perpendiculares à sua direção de ação. Assim, nos deslocamentos horizontais o trabalho realizado pela força peso é nula.

34 (UFRN) Oscarito e Ankito, operários da construção civil, recebem a tarefa de erguer, cada um deles, um balde cheio de concreto, desde o solo até o topo de dois edifícios de mesma altura, conforme ilustra a figura abaixo. Ambos os baldes têm a mesma massa.



Oscarito usa um sistema com uma polia fixa e outra móvel, e Ankito usa um sistema apenas com uma polia fixa. Considere que o atrito, as massas das polias e as massas das cordas são desprezíveis e que cada balde sobe com velocidade constante.

Nessas condições, para erguer seu balde, o trabalho realizado pela força exercida por Oscarito é:

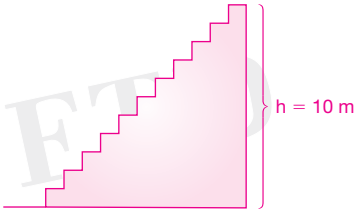
a) menor do que o trabalho que a força exercida por Ankito realiza, e a força mínima que ele exerce é menor que a força mínima que Ankito exerce.
b) igual ao trabalho que a força exercida por Ankito realiza, e a força mínima que ele exerce é maior que a força mínima que Ankito exerce.
c) menor do que o trabalho que a força exercida por Ankito realiza, e a força mínima que ele exerce é maior que a força mínima que Ankito exerce.
d) igual ao trabalho que a força exercida por Ankito realiza, e a força mínima que ele exerce é menor que a força mínima que Ankito exerce.

Resolução:
O trabalho realizado pelos dois é igual, pois ocorreu o mesmo deslocamento (altura) para a mesma massa (peso).
Já como um deles (Oscarito) utiliza uma polia móvel, a força por ele exercida é menor que a de Ankito. A força que Oscarito exerce é a metade da exercida po Ankito.

35 Calcule o trabalho desenvolvido por uma pessoa de 60 kg de massa quando sobe, com velocidade constante, uma escada de 50 degraus de 20 cm de altura cada um. 6 000 J

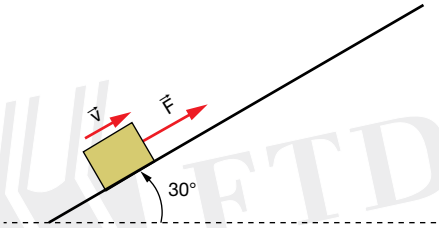
Resolução:

Dados $\begin{cases} m = 60 \text{ kg} \\ 50 \text{ degraus de } 20 \text{ cm} \\ h = 1\,000 \text{ cm} \end{cases}$



$\tau = mgh \rightarrow \tau = 60 \cdot 10 \cdot 10 \rightarrow \tau = 6\,000 \text{ J}$

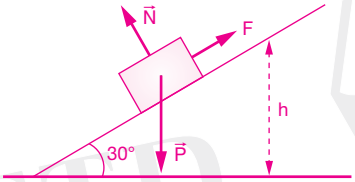
36 (Unesp-SP) Na figura, sob a ação da força de intensidade F = 2N, constante, paralela ao plano, o bloco percorre 0,8 m ao longo do plano com velocidade constante. Admite-se g = 10 m/s², despreza-se o atrito e são dados:
sen 30° = cos 60° = 0,5 e cos 120° = −0,5.



Determine:
a) a massa do bloco 0,4 kg
b) o trabalho realizado pelo peso do bloco, nesse percurso −1,6 J

Resolução:

a)



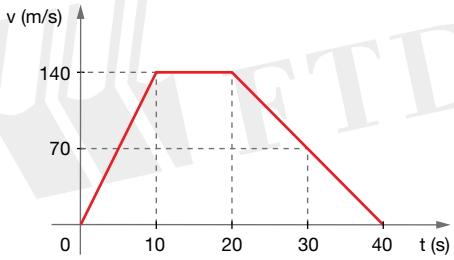
$\text{sen } 30° = \dfrac{h}{0{,}8}$

$h = 0{,}4 \text{ m}$

A resultante de forças é nula, uma vez que o bloco se move com velocidade constante.
$\tau_R = \tau_N + \tau_F + \tau_P \rightarrow 0 = 0 + 2 \cdot 0{,}8 \cdot 1 - m \cdot 10 \cdot 0{,}4 \rightarrow m = 0{,}4 \text{ kg}$

b) $\tau_P = -mgh \rightarrow \tau_P = -0{,}4 \cdot 10 \cdot 0{,}4 \rightarrow \tau_P = -1{,}6 \text{ J}$

37 (UEM-PR) Um corpo de massa igual a 7 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito, sofre a ação de uma força $\vec{F}_1$ durante 10 s, após os quais ela é retirada. Decorridos mais 10 s, aplica-se uma força constante $\vec{F}_2$, porém em sentido oposto ao de $\vec{F}_1$, até anular a velocidade do corpo. A figura ao lado mostra o gráfico horário das velocidades dos movimentos executados pelo corpo. Assinale o que for correto.



(01) O móvel muda de sentido no instante t = 20 s.
(02) A força $\vec{F}_1$ tem módulo igual a 140 N.
(04) No intervalo de 10 s a 20 s, somente a força peso realiza trabalho.
(08) A força $\vec{F}_2$ tem módulo igual a 49 N.
(16) O trabalho realizado pela força $\vec{F}_2$, entre os instantes 20 s e 40 s, é 686 J.
(32) Nos 10 primeiros segundos, o corpo sofre um deslocamento de 700 m.
(64) O trabalho realizado por uma força $\vec{F}$ é igual ao trabalho realizado por sua componente na direção perpendicular ao movimento. 40

Resolução:

(01) (Falsa)

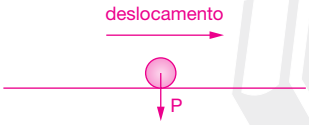
No instante t = 20 s a velocidade continua positiva e igual a 140 m/s. Logo, o móvel não muda de sentido.

(02) (Falsa)

No intervalo de 0 a 10 s a aceleração do móvel é igual a: $a_1 = \dfrac{140}{10} \rightarrow a_1 = 14\ m/s^2$.

Logo, $F_1 = ma_1 \rightarrow F_1 = 7 \cdot 14 = 98$ N.

(04) (Falsa)



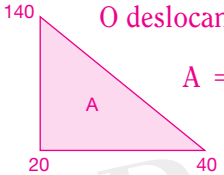
Como a força peso é perpendicular ao deslocamento, o seu trabalho é nulo.

(08) (Verdadeira)

No intervalo de 20 s a 40 s a aceleração é igual a: $a_2 = \dfrac{0 - 140}{40 - 20} \rightarrow a_2 = -7\ m/s^2$

Logo, $F_2 = ma_2 \rightarrow F_2 = 7 \cdot (-7) = -49$ N. Em módulo, $F_2 = 49$ N.

(16) (Falsa)

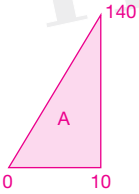


O deslocamento do móvel entre 20 s e 40 s é dado pela área do triângulo da figura.

$$A = \Delta s \rightarrow \Delta s = \frac{20 \cdot 140}{2} = 1\,400\ m$$

O trabalho de F_2 é igual a: $\tau = F_2 \Delta s \rightarrow \tau = 49 \cdot 1\,400 = 68\,600$ J

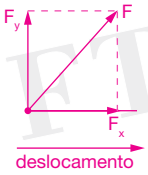
(32) (Verdadeira)



O deslocamento nos primeiros dez segundos é dado por:

$$A = \Delta s = \frac{10 \cdot 140}{2} = 700\ m$$

(64) (Falsa)



O trabalho da componente F_y é nulo, pois

$\tau = F_y \cdot d \cdot \cos\alpha \rightarrow \tau = F_y \cdot d \cdot \cos 90° \rightarrow \tau = F_y \cdot d \cdot 0 \rightarrow \tau = 0$

São corretas as afirmativas 08 e 32, somando 40.

38 (Unicamp-SP) Um carro recentemente lançado pela indústria brasileira tem aproximadamente 1 500 kg e pode acelerar, do repouso até uma velocidade de 108 km/h, em 10 s (fonte: *Quatro Rodas*, agosto/92). Adote 1 CV = 750 W.

a) Qual o trabalho realizado nesta aceleração? $\tau_R = 6{,}75 \cdot 10^5$ J

b) Qual a potência do carro em CV? 90 CV

Resolução:

a) 108 km/h = 30 m/s

$$\tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\tau = \frac{1500 \cdot 30^2}{2} - \frac{1500 \cdot 0^2}{2} = 6{,}75 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) $P_{ot_m} = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow P_{ot_m} = \frac{6{,}75 \cdot 10^5}{10} = 6{,}75 \cdot 10^4$ W

1 CV $\longrightarrow$ 750 W

x $\longrightarrow$ $6{,}75 \cdot 10^4$ W

$x \cdot 750 = 6{,}75 \cdot 10^4 \rightarrow x = 90$ CV

39 (UCMG) Um motor é instalado no alto de um prédio para elevar pesos e deve executar as seguintes tarefas:

I. elevar 100 kg a 20 m de altura em 10 s

II. elevar 200 kg a 10 m de altura em 20 s

III. elevar 300 kg a 15 m de altura em 30 s

A ordem crescente das potências que o motor deverá desenvolver para executar as tarefas anteriores é:

a) I, II, III

b) I, III, II

c) II, I, III

d) III, I, II

e) II, III, I

Resolução:

I. $P_{ot_I} = \frac{\tau_I}{\Delta t_I} = \frac{100 \cdot 10 \cdot 20}{10} = 2\,000$ W

II. $P_{ot_{II}} = \frac{\tau_{II}}{\Delta t_{II}} = \frac{200 \cdot 10 \cdot 10}{20} = 1\,000$ W

III. $P_{ot_{III}} = \frac{\tau_{III}}{\Delta t_{III}} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 10}{30} = 1\,500$ W

$P_{ot_{II}}, P_{ot_{III}}, P_{ot_I}$

40 (Esal-MG) Um guincho eleva verticalmente uma carga de massa 100 kg a uma altura de 20 m, com velocidade constante, num intervalo de tempo de 5,0 s. Considerando g = 10 m/s², a potência utilizada pelo guincho é da ordem de:

a) 1 000 W

b) 2 000 W

c) 3 000 W

d) 4 000 W

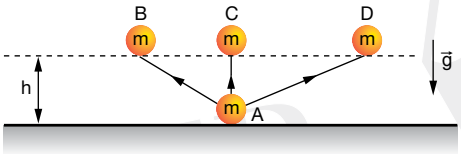
e) 18 556 W

Resolução:

$\tau = mgh = 100 \cdot 10 \cdot 20 = 20\,000$ J

$P_{ot} = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{20\,000}{5} = 4\,000$ W

41 (UFSM-RS) Conforme a figura, um corpo de massa *m* é elevado contra o campo gravitacional *g* com velocidade constante, passando da posição *A* para as posições *B* ou *C* ou *D*.



Desprezando qualquer tipo de atrito, o trabalho realizado é:

a) maior na trajetória AD
b) menor na trajetória AD
c) menor na trajetória AC
d) igual somente nas trajetórias AB e AD
e) igual em todas as trajetórias

Resolução:
Como o trabalho é dado por $\tau = mgh$ e *m*, *g* e *h* são os mesmos, os trabalhos são iguais em todas as trajetórias.

42 (Fatec-SP) Considere as afirmações:

I. O rendimento de uma máquina simples é a razão entre o trabalho útil e o trabalho do operador.
II. Nas máquinas simples reais, o rendimento é maior que a unidade.
III. O rendimento de uma máquina é dado por um número puro.

É(são) correta(s):

a) I e II
b) II e III
c) I e III
d) I, II e III
e) II

Resolução:
I. Correta.
O rendimento é dado por $\eta = \frac{\tau_u}{\tau_t}$.
II. Falsa.
O rendimento é sempre menor que a unidade.
III. Correta.
Por tratar-se do quociente entre duas grandezas de mesma unidade, o rendimento é adimensional.

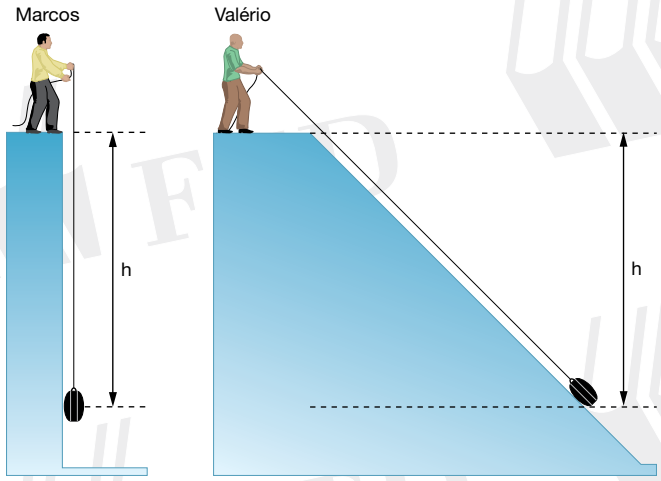
43 (Mack-SP) Um automóvel de massa 800 kg partiu do repouso em uma estrada retilínea e horizontal, devido à ação de uma força constante de 1 800 N, paralela à estrada e aplicada pelo seu motor, de rendimento 45%. Ao percorrer 400 m, sob a ação exclusiva dessa força, o consumo de energia proveniente do combustível foi, no mínimo, igual a:

a) 6,4 MJ
b) 4,8 MJ
c) 3,2 MJ
d) 2,0 MJ
e) 1,6 MJ

Resolução:
O trabalho realizado pelas forças internas ligadas ao motor do carro é dado por:
$\tau = Fd \rightarrow \tau = 1\,800 \cdot 400 = 7{,}2 \cdot 10^5$ J
Sendo o rendimento de 45%, a quantidade de energia proveniente do combustível (E) é dada por:

$$\eta = \frac{\tau}{E} \rightarrow 0{,}45 = \frac{7{,}2 \cdot 10^5}{E} \rightarrow E = 1{,}6 \text{ MJ}$$

44 (UFMG) Marcos e Valério puxam, cada um, uma mala de mesma massa até uma altura *h*, com velocidade constante, como representado nestas figuras:



Marcos puxa sua mala verticalmente, enquanto Valério arrasta a sua sobre uma rampa. Ambos gastam o mesmo tempo nessa operação.

Despreze as massas das cordas e qualquer tipo de atrito.

Sejam P_M e P_V as potências e T_M e T_V os trabalhos realizados por, respectivamente, Marcos e Valério.

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

a) $T_M = T_V$ e $P_M = P_V$
b) $T_M > T_V$ e $P_M > P_V$
c) $T_M = T_V$ e $P_M > P_V$
d) $T_M > T_V$ e $P_M = P_V$

Resolução:

O trabalho depende somente do peso do corpo e da altura *h*. Logo, $T_M = T_V$.

A potência é o quociente entre o trabalho e o tempo gasto na realização desse trabalho $\left(P_{0t} = \frac{\tau}{\Delta t}\right)$.
Como Δt é o mesmo e τ é o mesmo, concluímos que $P_M = P_V$.

45 (Unama-PA) A Usina Hidrelétrica de Tucuruí atende aos estados do Pará (87%), Maranhão (97%) e Tocantins (67%). A potência total de energia elétrica gerada, atingida quando todas as suas unidades geradoras estão em funcionamento, chega a 8 370 MW. Percebe-se a enorme quantidade de energia acumulada pelo lago represado. Se desprezarmos as perdas de energia, durante o processo de geração, e consideramos que o desnível entre o lago represado (reservatório) e o leito normal do rio é de 72 m de altura, o valor médio da massa de água, medida em milhões de kg (mkg), movimentada pelas turbinas, em cada segundo, é de, aproximadamente:

(Dados: considere $g = 10$ m/s²; $1\ M = 1 \times 10^6$.)

a) 7,564
b) 11,625
c) 20,512
d) 32,500

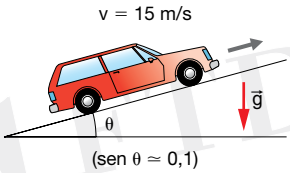
Resolução:

Escrevendo a relação entre potência, trabalho e tempo, temos:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow 8\,370 \cdot 10^6 = \frac{m \cdot 10^1 \cdot 72}{1}$$

$$m = \frac{8\,370 \cdot 10^6}{72 \cdot 10^1} \rightarrow m = 116{,}25 \cdot 10^5 = 11{,}625 \text{ Mkg}$$

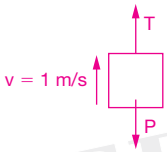
46 (Fuvest-SP) Nos manuais de automóveis, a caracterização dos motores é feita em CV (cavalo-vapor). Essa unidade, proposta no tempo das primeiras máquinas a vapor, correspondia à capacidade de um cavalo típico, que conseguia erguer, na vertical, com auxílio de uma roldana, um bloco de 75 kg, à velocidade de 1 m/s. Para subir uma ladeira, inclinada como na figura, um carro de 1 000 kg, mantendo uma velocidade constante de 15 m/s (54 km/h), desenvolve uma potência útil que, em CV, é, aproximadamente, de:



a) 20 CV
b) 40 CV
c) 50 CV
d) 100 CV
e) 150 CV

Resolução:

No caso de um corpo de massa 75 kg ser erguido verticalmente com uma velocidade constante 1 m/s, a potência da força de tração é: $P_m = Tv$



Como a velocidade é constante: $T = P$

Logo, $P_m = Pv = mgv$

$P_m = 750\ W = 1\ CV$ (1)

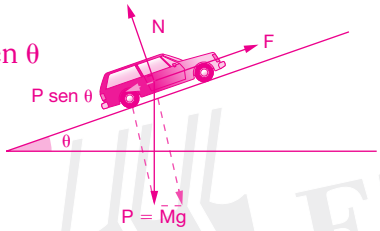
Quando o carro sobe uma ladeira com velocidade constante 15 m/s, a potência da força $\vec{F}$ vale:

$P_m = Fv$

Para que o carro suba com velocidade constante, $F = P \text{ sen } \theta = Mg \text{ sen } \theta$

Logo, $P_m = Mg \text{ sen } \theta = 15\,000\ W$ (2)

Comparando (1) e (2), obtemos: $P_m = 20\ CV$



p. 82

47 (Unimep-SP) Quando dizemos que um móvel de massa 8 kg tem 900 J de energia cinética, podemos afirmar que:

a) O móvel está em repouso.
b) O móvel está com movimento retilíneo.
c) A trajetória descrita pelo móvel é uma parábola.
d) O móvel está a 11,5 m acima do solo.
e) A velocidade do móvel vale 15 m/s.

Resolução:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \rightarrow 900 = \frac{8v^2}{2} \rightarrow v = 15\ m/s$$

48 (Unifesp-SP) Uma criança de massa 40 kg viaja no carro dos pais, sentada no banco de trás, presa pelo cinto de segurança. Num determinado momento, o carro atinge a velocidade de 72 km/h. Nesse instante, a energia cinética dessa criança é:

a) igual à energia cinética do conjunto carro mais passageiros.
b) zero, pois fisicamente a criança não tem velocidade, logo, não tem energia cinética.
c) 8 000 J em relação ao carro e zero em relação à estrada.
d) 8 000 J em relação à estrada e zero em relação ao carro.
e) 8 000 J, independentemente do referencial considerado, pois a energia é um conceito absoluto.

Resolução:

A definição da energia cinética é: $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Em relação:

- ao carro, a velocidade da criança é nula: $E_c = 0$
- à estrada, a velocidade da criança é de 72 km/h = 20 m/s. $E = \frac{40 \cdot 20^2}{2} = 8\,000\ J$

49 (UFRS) Um carrinho de 5 kg de massa move-se horizontalmente em linha reta, com velocidade de 6 m/s. O trabalho da resultante necessário para alterar a velocidade para 10 m/s deve ser, em joules:

a) 40
b) 90
c) 160
d) 400
e) 550

Resolução:

$$\tau_R = \Delta E_c \rightarrow \tau_R = \frac{5 \cdot 10^2}{2} - \frac{5 \cdot 6^2}{2} = 160 \text{ J}$$

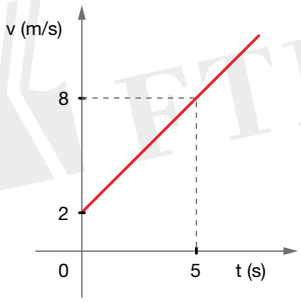
50 (ITA-SP) Uma partícula, sujeita a uma força constante de módulo 2,0 N, move-se sobre uma reta. A variação da energia cinética da partícula entre dois pontos, *A* e *B*, é igual a 3,0 J. Calcule a distância entre *A* e *B*. 1,5 m

Resolução:

Dados $\begin{cases} F = 2{,}0 \text{ N} \\ \tau = 3{,}0 \text{ J} \end{cases}$

$\tau = Fd \rightarrow 3 = 2d \rightarrow d = 1{,}5 \text{ m}$

51 Um corpo de 4 kg se desloca ao longo de uma reta. Sua velocidade varia conforme mostra o gráfico.



Qual o trabalho realizado pela força resultante para aumentar sua energia cinética no intervalo de 0 a 5 s? 120 J

Resolução:

$$\tau = \frac{4}{2}(8^2 - 2^2) = 120 \text{ J}$$

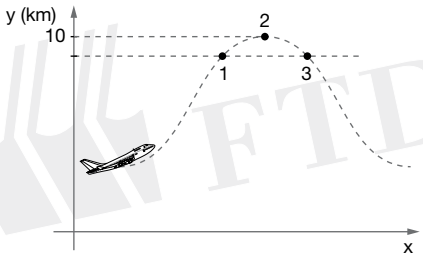
52 (UFES) Um objeto de massa igual a 2,0 kg, inicialmente em repouso, percorre uma distância igual a 8,0 m em uma superfície horizontal sem atrito, sob a ação de uma força constante, também horizontal, igual a 4,0 N. A variação da energia cinética do objeto é:

a) 4,0 J
b) 8,0 J
c) 16,0 J
d) 32,0 J
e) 64,0 J

Resolução:

$\tau_R = \Delta E_c \rightarrow \Delta E_c = 4 \cdot 8 = 32 \text{ J}$

53 (UFSC) A figura ao lado mostra o esquema (fora de escala) da trajetória de um avião. O avião sobe com grande inclinação até o ponto 1, a partir do qual tanto a ação das turbinas quanto a do ar cancelam-se totalmente e ele passa a descrever uma trajetória parabólica sob a ação única da força peso.



Durante a trajetória parabólica, objetos soltos dentro do avião parecem flutuar. O ponto 2 corresponde à altura máxima de 10 km.

Assinale a(s) proposição(ões) correta(s).

(01) A componente horizontal da velocidade é constante entre os pontos 1, 2 e 3.

(02) Para justificar por que os objetos flutuam, a força gravitacional da Terra sobre os objetos não pode ser desprezada entre os pontos 1, 2 e 3.

(04) Os objetos parecem flutuar porque a força de atração gravitacional da Terra sobre eles é desprezível.

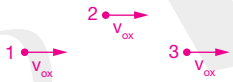
(08) A aceleração vertical, em relação ao solo, a 10 km de altura (ponto 2), vale zero.

(16) A energia cinética do avião, em relação ao solo, tem o mesmo valor no ponto 1 e no ponto 3.

(32) A energia potencial gravitacional do avião no ponto 1 é menor do que no ponto 2. 51

Resolução:

(01) (Verdadeira)



Nos pontos 1, 2 e 3, o módulo, a direção e o sentido da componente horizontal v_{ox} da velocidade são constantes.

(02) (Verdadeira)

Não, pois a força peso sempre existe.

(04) (Falsa)

A força peso não é desprezível, porque, nesse caso, ela faz o papel da força centrípeta.

(08) (Falsa)

No ponto de altura máxima a aceleração vertical é a aceleração da gravidade, que é diferente de zero.

(16) (Verdadeira)

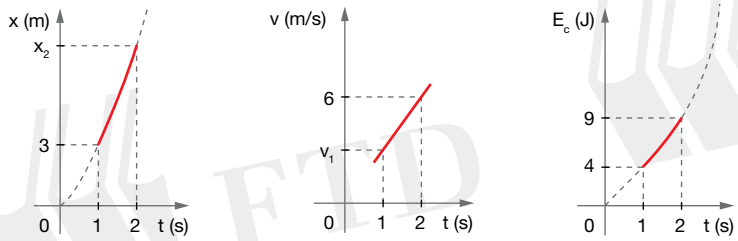
Nos pontos 1 e 3 as velocidades do avião são iguais em módulo. Portanto, nesses pontos as energias cinéticas $\left(E_c = \frac{1}{2}mv^2\right)$ são iguais.

(32) (Verdadeira)

Como a altura do ponto 1 é menor que a do ponto 2, a energia potencial gravitacional ($E_p = mgh$) no ponto 1 é menor que a energia potencial gravitacional do ponto 2.

São corretas as afirmativas 01, 02, 16 e 32, somando 51.

54 (UFCE) Os gráficos da posição x(t), da velocidade instantânea v(t) e da energia cinética $E_c(t)$, de uma partícula, em função do tempo, são mostrados nas figuras abaixo.



Determine:

a) a velocidade da partícula em t = 1,0 s; 4 m/s

b) a aceleração instantânea da partícula; 2 m/s²

c) a força resultante que atua na partícula; 1 N

d) o valor da posição da partícula em t = 2,0 s; 8 m

e) a velocidade média no intervalo de tempo entre t_1 = 1,0 s e t_2 = 2,0 s. 5 m/s

Resolução:

a) Do gráfico v(t), temos: t = 2 s → v = 6 m/s

Do gráfico E_c (t), vem: $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow 9 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 6^2 \rightarrow m = 0{,}5$ kg

Quando t = 1 s, vem: $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow 4 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}5v_1^2 \rightarrow v_1 = 4$ m/s

b) Do gráfico v(t), temos: $a = \frac{6 - v_1}{2 - 1} = \frac{6 - 4}{2 - 1} = 2$ m/s²

c) $F = ma \rightarrow F = 0{,}5 \cdot 2 = 1$ N

d) Do gráfico x(t), vem: $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow x = 0 + v_0t + \frac{1}{2} \cdot 2t^2$

$x = v_0t + t^2$

Quando t = 1 s, temos x = 3 m. Logo:

$3 = v_0 \cdot 1 + 1^2 \rightarrow v_0 = 2$ m/s

Daí, vem: $x = 2t + t^2 \rightarrow x_2 = 2 \cdot 2 + 2^2 \rightarrow x_2 = 8$ m

e) $v_m = \frac{x_2 - 3}{2 - 1} \rightarrow v_m = \frac{8 - 3}{1} \rightarrow v_m = 5$ m/s

55 (Fuvest-SP) Um bloco de 1,0 kg é posto a deslizar sobre uma mesa horizontal com uma energia cinética de 2,0 J. Devido ao atrito entre o bloco e a mesa, ele pára após percorrer a distância de 1,0 m. Pergunta-se:

a) Qual o coeficiente de atrito, suposto constante, entre a mesa e o bloco? 0,2

b) Qual o trabalho efetuado pela força de atrito? −2 J

Resolução:

a) Dados $\begin{cases} m = 1 \text{ kg} \\ E_{C_i} = 2 \text{ J} \\ d = 1 \text{ m} \\ E_{C_f} = 0 \end{cases}$

$\tau = E_{C_f} - E_{C_i} \rightarrow Fd = E_{C_f} - E_{C_i} \rightarrow F \cdot 1 = 0 - 2 \rightarrow F = -2$ N

$F_{at} = \mu N \rightarrow |F| = \mu N \rightarrow |F| = \mu P \rightarrow 2 = \mu \cdot 10 \rightarrow \mu = 0{,}2$

b) $\tau = F_{at}d \rightarrow \tau = -2 \cdot 1 = -2$ J

56 Um corpo de massa 6 kg efetua um movimento circular uniforme com freqüência 4 Hz segundo uma circunferência de raio 100 cm. Despreze o atrito e adote $\pi^2 = 10$.

a) Qual a intensidade da força centrípeta que age sobre o corpo? 3 840 N

b) Qual a energia cinética do corpo? 1 920 J

c) Qual o trabalho realizado pela força centrípeta em 5 voltas? zero

Resolução:

a) Dados $\begin{cases} m = 6 \text{ kg} \\ f = 4 \text{ Hz} \\ R = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \end{cases}$

$v = \omega R \rightarrow v = 2\pi f R \rightarrow v = 2\pi \cdot 4 \cdot 1 \rightarrow v = 8\pi \text{ m/s}$

$F_{cp} = \dfrac{mv^2}{R} \rightarrow F_{cp} = \dfrac{6(8\pi)^2}{1}$

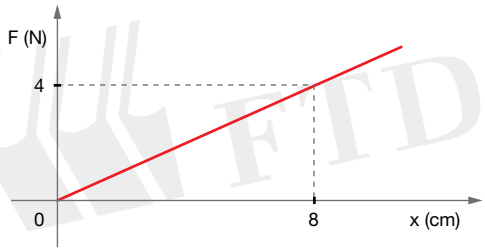
$F_{cp} = 3\,840 \text{ N}$

b) $E_c = \dfrac{1}{2}mv^2 \rightarrow E_c = \dfrac{1}{2} \cdot 6(8\pi)^2 \rightarrow E_c = 1\,920 \text{ J}$

c) Como F_{cp} é perpendicular ao deslocamento, temos:

$\tau = 0$

57 O gráfico representa a intensidade de uma força aplicada numa mola em função da deformação.



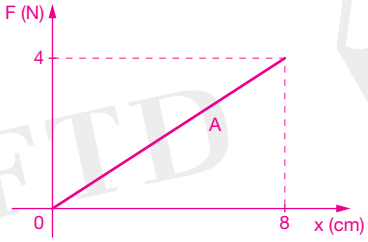
Determine:

a) a constante elástica da mola 50 N/m

b) a energia ganha pela mola quando x = 2 0,01 J

Resolução:

a)



$A = \dfrac{0{,}08 \cdot 4}{2} = 0{,}16$

$\tau = A \rightarrow \tau = \dfrac{kx^2}{2}$

$0{,}16 = \dfrac{k(0{,}08)^2}{2} \rightarrow k = 50 \text{ N/m}$

b) $E_P = \dfrac{kx^2}{2} \rightarrow E_P = \dfrac{50(2 \cdot 10^{-2})^2}{2} \rightarrow E_P = 0{,}01 \text{ J}$

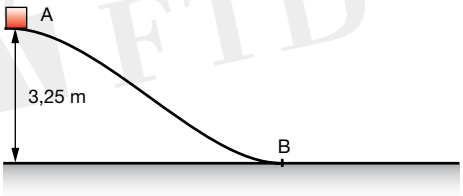
58 (UFRN) Uma bola de massa 0,5 kg é solta de um prédio de 30 m de altura. Se a força de resistência do ar (suposta constante) consome 50 J de energia ao longo do percurso, a velocidade da bola, ao chegar ao solo, é de:

a) 18 m/s
b) 20 m/s
c) 24 m/s
d) 27 m/s
e) 30 m/s

Resolução:

$$\tau_{R_{ar}} = E_m - E_{m_0} \rightarrow -50 = \frac{0{,}5 \cdot v^2}{2} - 0{,}5 \cdot 10 \cdot 30 \rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

59 (UFPI) Na pista, suposta de atrito desprezível, o bloco de 2 kg de massa passa pelo ponto *A* com velocidade de 4 m/s. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a velocidade ao passar pelo ponto *B* será de:



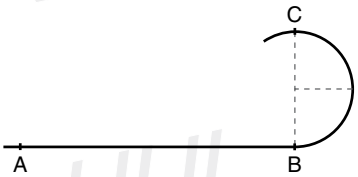
a) 4 m/s
b) 6 m/s
c) 9 m/s
d) 10 m/s
e) 14 m/s

Resolução:

$$E_{m_A} = E_{m_B} \rightarrow 2 \cdot 10 \cdot 3{,}25 + \frac{2 \cdot 4^2}{2} = \frac{2v_B^2}{2} \rightarrow v_B = 9 \text{ m/s}$$

60 (Fatec-SP) Um móvel de 2 kg passa pelo ponto *A* da pista da figura a seguir com velocidade de 12 m/s. A pista ABC não apresenta atrito, e o trecho BC é uma semicircunferência de diâmetro BC = 4 m. Adotando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, o valor da força que o móvel exerce sobre a pista no ponto *C* é, em newtons, de:

a) 0
b) 20
c) 44
d) 64
e) 84

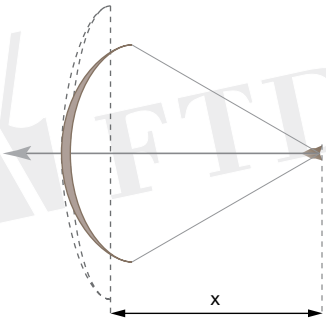


Resolução:

$$E_{m_a} = E_{m_c} \rightarrow \frac{2 \cdot 12^2}{2} = 2 \cdot 10 \cdot 4 + \frac{2v_c^2}{2} \rightarrow v_c = 8 \text{ m/s}$$

$$F_c = N + P \rightarrow \frac{mv^2}{2} = N + mg \rightarrow \frac{2 \cdot 8^2}{2} = N + 2 \cdot 10 \rightarrow N = 44 \text{ N}$$

61 (Unicamp-SP) Num conjunto arco e flecha, a energia potencial elástica é transformada em energia cinética da flecha durante o lançamento. A força da corda sobre a flecha é proporcional ao deslocamento *x*, como ilustrado na figura.



a) Quando a corda é solta, o deslocamento é x = 0,6 m e a força é 300 N. Qual a energia potencial elástica nesse instante? 90 J

b) Qual será a velocidade da flecha ao abandonar a corda? A massa da flecha é 50 g. Despreze a resistência do ar e a massa da corda. 60 m/s

Resolução:

a) O trabalho da força elástica é a energia elástica. Logo:

$$\tau = \frac{Kx^2}{2} \rightarrow E_{elástica} = Kx \cdot \frac{x}{2} \rightarrow E_{elástica} = F \cdot \frac{x}{2} \rightarrow E_{elástica} = 300 \cdot \frac{0,6}{2} \rightarrow E_{elástica} = 90 \text{ J}$$

b) A energia elástica se transforma em energia cinética da flecha. Logo:

$$E_c = E_{elástica} \rightarrow \frac{mv^2}{2} = E_{elástica} \rightarrow \frac{50 \cdot 10^{-3}\, v^2}{2} = 90 \rightarrow v^2 = 3\,600 \rightarrow v = 60 \text{ m/s}$$

62 (UFPel-RS) [..] Em saltos de grande altitude, os pára-quedistas atingem uma velocidade terminal entre 150 km/h e 200 km/h, devido à resistência do ar. A partir de então, passam a cair com velocidade constante.

Imagine uma situação idealizada, na qual se pode desprezar a resistência do ar. Ao largar-se, a partir do repouso, um corpo de massa 68 kg em local onde g = 10 m/s², esse corpo descreve um movimento de queda livre. Num determinado instante de tempo *t*, observa-se que sua velocidade é de 180 km/h.

A partir das informações acima, analise as seguintes afirmativas.

I. A energia cinética do corpo, no instante em que é solto, é zero.

II. O trabalho realizado pela força que desloca o corpo, até o instante *t*, é 1 101,6 kJ.

III. Até o instante *t*, o corpo caiu 125 m.

IV. A energia mecânica, na metade da altura realizada em queda livre, é a metade da energia cinética nesse ponto.

Estão corretas:

a) apenas as afirmativas I, II e III.
b) apenas as afirmativas I e III.
c) apenas as afirmativas I, II e IV.
d) apenas as afirmativas II e IV.
e) todas as afirmativas.
f) I.R.

Resolução:

I. (Verdadeira)

Sendo o corpo abandonado ($v_o = 0$), temos $E_c = \frac{1}{2}mv_o^2 = 0$

II. (Falsa)

Se 180 km/h = 50 m/s, temos: $\tau = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_o^2 \rightarrow \tau = \frac{1}{2} \cdot 68 \cdot 50^2 - 0 = 85\,000 \text{ J}$

III. (Verdadeira)

$v^2 = v_o^2 + 2g\Delta s \rightarrow 50^2 = 0^2 - 20\Delta s$

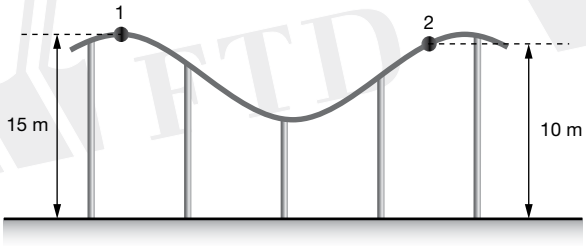
$\Delta s = 125 \text{ m}$

IV. (Falsa)

A energia mecânica é igual à soma das energias cinética e potencial.

63 (FMIt-MG) Numa montanha russa, que tem um de seus trechos representados abaixo, com qual velocidade o carrinho passa pelo ponto 2 se no ponto 1 sua velocidade é de 8 m/s? Considere $g = 10\ m/s^2$ e despreze todas as forças dissipativas.

a) 8 m/s
b) 18 m/s
c) 5 m/s
d) 22 m/s
e) nenhuma das respostas anteriores



Resolução:

A energia mecânica se conserva. Logo:

$$E_{M1} = E_{M2} \rightarrow E_{C1} + E_{P1} = E_{C2} + E_{P2}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

$$\frac{1}{2}v_1^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gh_2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 8^2 + 10 \cdot 15 = \frac{1}{2}v_2^2 + 10 \cdot 10$$

$$32 + 150 = \frac{1}{2}v_2^2 + 100$$

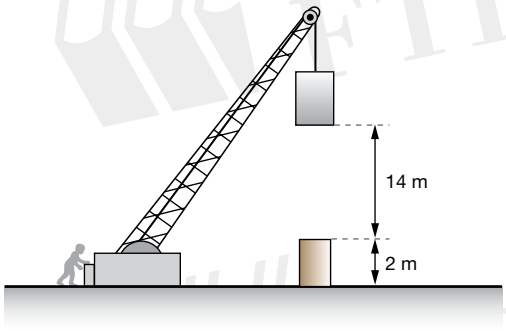
$$v_2 = \sqrt{164}$$

$$v_2 \simeq 13\ m/s$$

64 (UFV-MG) Um bate-estaca sustenta um bloco de 200 kg, a uma altura de 16 m do solo, sobre uma estaca situada 14 m abaixo.

Desprezando as forças dissipativas e considerando $g = 10\ m/s^2$, determine:

a) a intensidade da força que o cabo exerce sobre o bloco 2 000 N
b) a energia potencial do bloco em relação ao solo 32 000 J
c) após sua liberação, a energia cinética do bloco, ao atingir a estaca 28 000 J



Resolução:

a) $T = P = 2\,000\ N$

b) $E_P = 200 \cdot 10 \cdot 16 = 32\,000\ J$

c) $E_{M_A} = E_{M_B}$

$32\,000 = E_{C_B} + 200 \cdot 10 \cdot 2$

$E_{C_B} = 28\,000\ J$

65 (PUC-RS) A quantidade de movimento linear de um móvel é definida pelo produto da velocidade do móvel pela sua massa. Pode-se afirmar corretamente que:

a) Dois corpos de mesma massa terão sempre a mesma quantidade de movimento linear.
b) Dois corpos que apresentam a mesma quantidade de movimento linear apresentam sempre a mesma energia cinética.
c) Dois corpos que apresentam a mesma quantidade de movimento linear podem apresentar energias cinéticas diferentes.
d) A energia cinética de um corpo duplica quando sua quantidade de movimento duplica.
e) A quantidade de movimento linear de um corpo quadruplica quando a sua velocidade duplica.

Resolução:

a) Falsa. As velocidades deverão ser iguais para terem a mesma quantidade de movimento.
b) Falsa. As velocidades podem ser diferentes. Assim, as energias cinéticas ($E_c = \frac{1}{2} mv^2$) serão diferentes.
c) Correta. Veja resolução da alternativa *b*.
d) Fals. Se a quantidade de movimento duplica, a velocidade duplica. Assim:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 \rightarrow E_c = \frac{1}{2} m(2v)^2$$

$$E_c = 4 \cdot \frac{1}{2} mv^2$$

A energia cinética quadruplica.

e) Falsa. Veja resolução da alternativa *d*.

66 (UFPR) Sobre a relação entre forças e movimento de uma partícula, é correto afirmar que:

(01) Se uma partícula está em MRU, a resultante das forças que atuam sobre ela é nula.
(02) Uma partícula numa trajetória circular e com velocidade de módulo constante não experimenta nenhum tipo de aceleração.
(04) Quando duas partículas de massas diferentes são submetidas à mesma força resultante, as acelerações que elas adquirem são inversamente proporcionais às suas massas.
(08) É nulo o trabalho realizado por uma força aplicada sobre uma partícula perpendicularmente ao seu deslocamento.
(16) A variação da quantidade de movimento de uma partícula é tanto maior quanto menor for o intervalo de tempo no qual uma força constante age sobre ela. 13

Resolução:

(01) Correta. No MRV a aceleração é nula. Logo, a resultante das forças é nula.
(02) Falsa. Existe a aceleração centrípeta.
(04) Correta. É a 2ª lei de Newton.

$$F_R = ma \rightarrow F_R = m_1 a_1 \quad e \quad F_R = m_2 a_2$$

$$a_1 = \frac{F_R}{m_1} \qquad a_2 = \frac{F_R}{m_2}$$

As acelerações são inversamente proporcionais às massas.

(08) Correta. $\tau = Fd \cos 90° \rightarrow \tau = Fd\,0 \rightarrow \tau = 0$
(16) Falsa. $I = Q_f - Q_i \rightarrow I = \Delta Q$

$$F\Delta t = \Delta Q$$

Quanto menor Δt, menor ΔQ.

São corretas as afirmativas 01, 04 e 08 somando 13.

67 (Mack-SP) Um corpo de massa igual a 8 kg desloca-se sem atritos, sobre uma superfície plana e horizontal, com velocidade escalar constante e igual a 15 m/s. Qual é o módulo da quantidade de movimento do corpo?

a) 8 kg · m/s
b) 15 kg · m/s
c) 23 kg · m/s
d) 120 kg · m/s
e) 200 kg · m/s

Resolução:

$Q = mv \rightarrow Q = 8 \cdot 15 = 120 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

68 Uma pessoa cai, a partir do repouso, da janela de um prédio localizada 20 m acima do solo. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

a) Determine o módulo da velocidade com que a pessoa atinge o solo. 20 m/s
b) Sabendo que a massa da pessoa é de 70 kg e que a duração do impacto é de 0,01 s, determine a intensidade da força média trocada entre a pessoa e o solo por ocasião do impacto. $\simeq 1{,}4 \cdot 10^5$ N

Resolução:

a) $v^2 = v_0^2 + 2g\Delta s$
$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 20$
$v = 20 \text{ m/s}$

b) $F\Delta t = Q - Q_0$
$-F \cdot 0{,}01 = 0 - 70 \cdot 20$
$F = \dfrac{1\,400}{0{,}01}$
$F \simeq 1{,}4 \cdot 10^5 \text{ N}$

69 (Vunesp-SP) Um corpo de massa m = 20 kg, deslocando-se sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, sofre o impulso de uma força, $I = 60 \text{ N} \cdot \text{s}$, no sentido do seu movimento, no instante em que a velocidade do corpo era $v_0 = 5{,}0$ m/s. Sabendo ainda que a aceleração média sofrida pelo corpo durante a atuação da força foi de 300 m/s^2, calcule:

a) a velocidade final do corpo 8 m/s
b) o tempo de atuação da força 0,01 s
c) o valor médio da força 6 000 N

Resolução:

Dados $\begin{cases} m = 20 \text{ kg} \\ I = 60 \text{ N} \cdot \text{s} \\ v_0 = 5 \text{ m/s} \\ a = 300 \text{ m/s}^2 \end{cases}$

a) $I = Q - Q_0$
$60 = 20v - 20 \cdot 5$
$20v = 160$
$v = 8 \text{ m/s}$

b) $v = v_0 + at$
$8 = 5 + 300t$
$t = \dfrac{3}{300} = 0{,}01 \text{ s}$

c) $I = F\Delta t$
$60 = F \cdot 0{,}01$
$F = 6\,000 \text{ N}$

70 (Vunesp-SP) Uma garota e um rapaz, de massas 50 e 75 quilogramas, respectivamente, encontram-se parados em pé sobre patins, um em frente do outro, num assoalho plano e horizontal. Subitamente, a garota empurra o rapaz, aplicando sobre ele uma força horizontal média de intensidade 60 N durante 0,50 s.

a) Qual é o módulo do impulso da força aplicada pela garota? $30\ N \cdot s$

b) Desprezando quaisquer forças externas, quais são as velocidades da garota (v_g) e do rapaz (v_r) depois da interação? $v_g = 0{,}60$ m/s e $v_r = -0{,}40$ m/s

Resolução:

a) O impulso da força aplicada, por definição, é dado por: $I = F_m \Delta t \rightarrow I = 60 \cdot 0{,}50 \rightarrow I = 30\ N \cdot s$

b) Aplicando-se o Teorema do Impulso, vem:

1) Para a garota: $|I_g| = m_g |v_g| \rightarrow 30 = 50\ |v_g| \rightarrow |v_g| = 0{,}60$ m/s

2) Para o rapaz: $|I_r| = m_r |v_r| \rightarrow 30 = 75\ |v_r| \rightarrow |v_r| = 0{,}40$ m/s

Se levarmos em conta o sinal da velocidade escalar, uma das velocidades será positiva e a outra, negativa.

71 (UERJ) Na rampa de saída do supermercado, uma pessoa abandona, no instante t = 0, um carrinho de compras de massa 5 kg que adquire uma aceleração constante.

Considere cada um dos três primeiros intervalos de tempo do movimento iguais a 1 s. No primeiro e no segundo intervalos de tempo, o carrinho percorre, respectivamente, as distâncias de 0,5 m e 1,5 m.

Calcule:

a) o momento linear que o carrinho adquire no instante t = 3 s; $15\ kg \cdot m/s$

b) a distância percorrida pelo carrinho no terceiro intervalo de tempo. 2,5 m

Resolução:

a) $s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow 0{,}5 = 0 + 0 + \frac{1}{2}a \cdot 1^2$

$a = 1\ m/s^2$

$v = v_0 + at \rightarrow v = 0 + 1 \cdot 3 \rightarrow v = 3$ m/s

$Q = mv \rightarrow Q = 5 \cdot 3 \rightarrow Q = 15\ kg \cdot m/s$

b) $s_2 = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow s_2 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2^2 \rightarrow s_2 = 2$ m

$s_3 = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \rightarrow s_3 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3^2 \rightarrow s_3 = 4{,}5$ m

A distância percorrida no terceiro intervalo de tempo (de 2 s a 3 s) é:

$\Delta s = s_3 - s_2 \rightarrow \Delta s = 4{,}5 - 2 = 2{,}5$ m

72 (UFJF-MG) As leis de trânsito proíbem viajar com crianças de colo nos bancos da frente dos automóveis por ser esta uma região mais vulnerável e também porque é muito difícil segurar a criança no caso de uma colisão. (Use $g = 10\ m/s^2$.)

a) Para ilustrar a importância deste último ponto, calcule a força média que seria necessário exercer sobre o corpo de uma criança de 10 kg de massa, para impedir que ela fosse projetada para a frente, no caso de uma colisão frontal de um automóvel que estivesse viajando em uma estrada horizontal a uma velocidade de 72 km/h. Admita que, na colisão, a velocidade do automóvel é reduzida a zero em 0,02 s. 10 000 N

b) Calcule a massa cujo peso é igual à força do item anterior. 1 000 kg

Resolução:

a) Usando o Teorema do Impulso ($v = 72$ km/h $= 20$ m/s), temos:

$I = Q_f - Q_i \rightarrow F\Delta t = mv_f - mv_i$

$F \cdot 0{,}02 = 10 \cdot 0 - 10 \cdot 20$

$F = 10\,000$ N

b) $F = mg \rightarrow 10\,000 = m \cdot 10 \rightarrow m = 1\,000$ kg

73 (UFPA) O *bungee-jump* é um esporte radical. A pessoa salta de uma plataforma elevada presa a um cabo elástico que se deforma até a pessoa parar a poucos metros do solo. Considerando que o cabo se comporta como uma mola perfeitamente elástica e que as dimensões da pessoa são muito pequenas em comparação com a altura da plataforma, analise as seguintes afirmativas em relação à física desse esporte:

I. O alongamento máximo sofrido pelo cabo é diretamente proporcional à altura do salto, tomando o ponto mais baixo da trajetória como referência.

II. A velocidade máxima atingida no salto não depende da altura da plataforma, nem do comprimento do cabo.

III. Quando a pessoa atinge a menor distância em relação ao solo, sua energia cinética é zero.

IV. Ao atingir o ponto mais baixo de sua trajetória, a quantidade de movimento da pessoa que salta é máxima.

V. Quando a pessoa atinge a menor distância em relação ao solo, a tensão no cabo é máxima.

Assinale a alternativa que contém apenas afirmativas corretas:

a) I e II
b) I e III
c) II e IV
d) III e V
e) IV e V

Resolução:

I. Falsa. O alongamento é diretamente proporcional à constante elástica do cabo e ao peso da pessoa ($F = kx$).

II. Falsa. A velocidade máxima depende do comprimento do cabo.

III. Verdadeira. Quando a pessoa atinge a menor distância em relação ao solo, a deformação x é máxima. Isso ocorre quando a velocidade da pessoa é nula, isto é, a energia cinética é zero $\left(E_c = \frac{1}{2}mv^2\right)$.

IV. Falsa. A quantidade de movimento é nula no ponto mais baixo, pois $v = 0$ e $Q = mv = 0$.

V. Verdadeira. Quando a pessoa atinge o ponto mais baixo, x é máximo. Portanto, a tensão F é máxima, pois $F = Kx$.

p. 95

74 (UFSM-RS) As forças internas de um sistema de partículas _____ variações na quantidade de movimento de cada partícula, _____ variações na quantidade de movimento total.

Assinale a alternativa que completa, corretamente, os espaços.

a) podem causar; mas não causam
b) podem causar; que resultam em
c) não podem causar; mas causam
d) não podem causar; portanto não causam
e) sempre causam; podendo causar

Resolução:

As forças internas podem modificar a quantidade de movimento de cada partícula, mas não modificam a quantidade de movimento total do sistema dessas partículas.

75 (PUC-PR) Uma espingarda de massa igual a 2,00 kg, inicialmente em repouso, dispara na horizontal uma bala de 0,05 kg com velocidade de 400 m/s. A arma, apoiada no ombro do atirador, empurra-o, deslocando-se durante 0,50 s até parar.

a) Calcule a velocidade inicial de recuo da arma, desprezando a reação inicial do ombro. -10 m/s

b) Calcule o módulo F da força horizontal exercida pelo ombro sobre a arma, supondo-a constante. 40 N

Resolução:

a) Supondo o sistema conservativo, temos:

$$\begin{cases} v_1 = \text{velocidade de recuo da arma} \\ v_2 = \text{velocidade da bala} \end{cases}$$

$$Q_i = Q_f \rightarrow Q_i = m_1v_1 + m_2v_2 \rightarrow 0 = 2v_1 + 0{,}05 \cdot 400 \rightarrow v_1 = -10 \text{ m/s}$$

b) $v = v_0 + at \rightarrow 0 = -10 + a \cdot 0{,}50 \rightarrow a = 20 \text{ m/s}^2$

$F = ma \rightarrow F = 2 \cdot 20 \rightarrow F = 40 \text{ N}$

76 (FCMSCSP) Um homem sobre patins está em repouso na superfície congelada de um lago. Em dado momento, arremessa, para a frente, uma pedra de 10 kg que adquire velocidade horizontal de 8,0 m/s. Sendo desprezível o atrito entre os patins e o gelo, o homem, que tem massa de 80 kg, adquire uma velocidade que, em metros por segundo, vale:

a) 10
b) 5,0
c) 2,0
d) 1,0
e) 0,10

Resolução:

$m_H v_H = m_p v_p \rightarrow 80 v_H = 10 \cdot 8 \rightarrow v_H = 1$ m/s

77 (UFAL) Um canhão dispara um projétil na horizontal com velocidade de $5{,}0 \cdot 10^2$ m/s. Sabendo-se que a massa do canhão é cem vezes maior que a massa do projétil, a velocidade de recuo do canhão é, em metros por segundo, de:

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

Resolução:

$m_c v_c = m_p v_p \rightarrow 100 \cdot m_p v_c = m_p \cdot 5 \cdot 10^2 \rightarrow v_c = 5$ m/s

78 (UFG-GO) Um rapaz encontra-se em repouso no centro de uma pista de patinação. Uma moça vem patinando ao seu encontro e, após a interação, deslizam juntos. Sabendo que o atrito com a pista é desprezível, que a velocidade da moça era de 0,5 m/s e que as massas do rapaz e da moça são, respectivamente, 75 kg e 50 kg, calcule a velocidade com que sai o par. 0,2 m/s

Resolução:

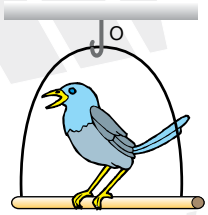
$m_1 v_1 = m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v$

$75 \cdot 0 + 50 \cdot 0{,}5 = 125v$

$25 = 125v$

$v = 0{,}2$ m/s

79 (FMTM-MG) Na figura está representado um passarinho de massa 50 g em repouso, num poleiro de massa 100 g. O poleiro pode oscilar em torno do ponto *O*, sustentado por um suporte de massa desprezível.



Quando o passarinho salta iniciando seu vôo horizontalmente, o poleiro é empurrado para trás, subindo 5 cm em relação à sua posição inicial.

(Adote $g = 10$ m/s².)

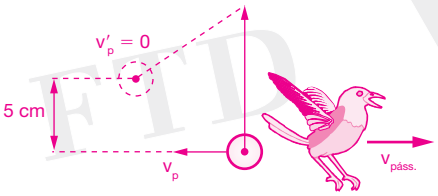
a) Como você justifica esse movimento do poleiro?

b) Qual a velocidade inicial do passarinho? 2 m/s

Resolução:

a) Partindo o passarinho com uma certa quantidade de movimento para a frente, o poleiro deve se deslocar para trás com uma quantidade de movimento de mesmo módulo. A soma dessas quantidades de movimento deve ser nula, como a quantidade de movimento do conjunto passarinho + poleiro antes do salto.

b)



Para o poleiro:

$E_p = E_c \rightarrow m \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = m \cdot \frac{v_p^2}{2} \rightarrow v_p = 1$ m/s

Para o conjunto:

$v_{páss.} m_{páss.} = v_p m_p \rightarrow v_{páss.} \cdot 50 = 1 \cdot 100 \rightarrow v_{páss.} = 2$ m/s

80 Uma esfera *A* de massa igual a 2 kg desloca-se numa superfície horizontal, sem atrito, com velocidade de 3 m/s, e atinge frontalmente uma segunda esfera, *B*, de massa *m*, inicialmente em repouso. Após o choque, perfeitamente elástico, a esfera *A* recua com velocidade de 1 m/s. Determine:

a) o valor da massa *m* da esfera *B*; 4 kg

b) a energia cinética da esfera *B*, após o choque. 8 J

Resolução:

a) $Q_{antes} = Q_{depois}$

$m_A v_{0_A} + m_B v_{0_B} = m_A v_A + m_B v_B$

$2 \cdot 3 + 0 = 2 \cdot (-1) + M v_B$ (1)

$e = \dfrac{v_{af}}{v_{ap}} = \dfrac{1 + v_B}{3} = 1$ (2)

Então $v_B = 2$ m/s

Em (1) $6 = -2 + 2M$

$2M = 8$

$M = 4$ kg

b) $E_{CB} = \dfrac{4 \cdot 2^2}{2} = 8$ J

81 (UFF-RJ) Numa aula de laboratório de Física, observa-se a colisão perfeitamente elástica entre dois carrinhos (1 e 2) sobre um trilho de ar, de tal forma que não existe atrito entre os carrinhos e o trilho. O carrinho 1 tem massa M_1 e o carrinho 2, massa $M_2 = 200$ g.

Antes do choque, o carrinho 1 se desloca para a direita com velocidade igual a 2,00 m/s, e o carrinho 2 está parado. *Depois do choque*, os dois carrinhos deslizam para a direita; a velocidade do carrinho 1 é igual a 1,00 m/s. Determine a massa M_1. 600 g

Resolução:

$Q_{antes} = Q_{depois}$

$m_1 \cdot 2 + 0{,}2 \cdot 0 = M_1 \cdot 1 + 0{,}2 v_2$

$2M_1 = M_1 + 0{,}2 v_2$

$M_1 = 0{,}2 v_2$ (1)

$e = \dfrac{v_2 - 1}{2} = 1$

$v_2 - 1 = 2$

$v_2 = 3$ m/s

$M_1 = 0{,}2 \cdot 3$

$M_1 = 0{,}6$ kg

$M_1 = 600$ g

82 Uma esfera de 4 kg, animada de velocidade de 1,2 m/s, colide frontalmente com outra esfera de 5 kg, que se move no mesmo sentido com velocidade de 60 cm/s. Sabendo que o coeficiente de restituição é e = 0,5, determine as velocidades das esferas após a colisão. 0,7 m/s e 1 m/s

Resolução:

$Q_{antes} = Q_{depois}$

$4 \cdot 1{,}2 + 5 \cdot 0{,}6 = 4v_1 + 5v_2$

$4{,}8 + 3 = 4v_1 + 5v_2$

$4v_1 + 5v_2 = 7{,}8$ ①

$e = 0{,}5 = \dfrac{v_2 - v_1}{1{,}2 - 0{,}6} \rightarrow v_2 - v_1 = 0{,}6 \cdot 0{,}5 \rightarrow v_2 - v_1 = 0{,}3 \rightarrow v_2 = 0{,}3 + v_1$ ②

Substituindo ② em ①: $4v_1 + 5(0{,}3 + v_1) = 7{,}8 \rightarrow 4v_1 + 1{,}5 + 5v_1 = 7{,}8 \rightarrow 9v_1 = 6{,}3$

$v_1 = 0{,}7$ m/s e $v_2 = 1$ m/s

83 (UFPB) Um bloco de madeira de 2 kg de massa, inicialmente em repouso sobre um plano liso e horizontal, é atingido por um projétil de 0,1 kg de massa que fica alojado dentro do bloco e, em conseqüência, passam a se mover juntos com velocidade $\vec{v}$ constante. Sabendo-se que, ao atingir o bloco, o projétil tinha uma velocidade horizontal de módulo 105 m/s, determine o módulo de $\vec{v}$. 5 m/s

Resolução:

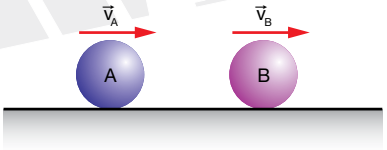
$2 \cdot 0 + 0{,}1 \cdot 105 = 2{,}1 \cdot v$

$v = \dfrac{10{,}5}{2{,}1}$

$v = 5$ m/s

p. 96

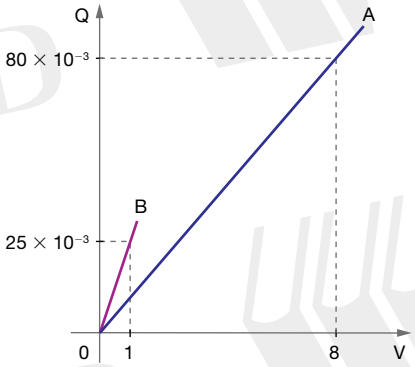
84 (UERJ) Duas esferas, *A* e *B*, deslocam-se sobre uma mesa conforme mostra a figura a seguir.



Quando as esferas *A* e *B* atingem velocidades de 8 m/s e 1 m/s, respectivamente, ocorre uma colisão perfeitamente inelástica entre ambas.

O gráfico ao lado relaciona o momento linear *Q*, em kg × m/s, e a velocidade *v*, em m/s, de cada esfera antes da colisão.

Após a colisão, as esferas adquirem a velocidade, em m/s, equivalente a:



a) 8,8
b) 6,2
c) 3,0
d) 2,1

Resolução:

Do gráfico, temos:

$Q_A = m_A v_A \rightarrow 80 \cdot 10^{-3} = m_A \cdot 8 \rightarrow m_A = 0{,}01$ kg

$Q_B = m_B v_B \rightarrow 25 \cdot 10^{-3} = m_B \cdot 1 \rightarrow m_B = 0{,}025$ kg

Como a colisão é inelástica, temos:

$Q_i = Q_f \rightarrow m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)\, v$

$0{,}01 \cdot 8 + 0{,}025 \cdot 1 = 0{,}035\, v$

$v = 3$ m/s

85 (UnB-DF) Considere que dois carros de mesma massa *m* colidiram frontalmente. Imediatamente antes da colisão, ambos estavam com velocidades em módulo iguais a *v* em relação ao asfalto. Suponha que apenas forças internas agiram sobre esse sistema e admita que a colisão foi inelástica. Com base nessa situação e desconsiderando a energia gasta na deformação dos carros, julgue os itens que se seguem como: falso (F) ou verdadeiro (V).

I. Nas condições apresentadas, o sistema formado pelos dois carros possuía, antes da colisão, quantidade de movimento total igual a 2 mv. F

II. Após a colisão, a quantidade de movimento do sistema não se conservou. F

III. A energia cinética do sistema formado pelos dois carros era igual a $2mv^2$ no momento da colisão. F

Resolução:

I. (Falsa)

$Q_i = mv - mv = 0$

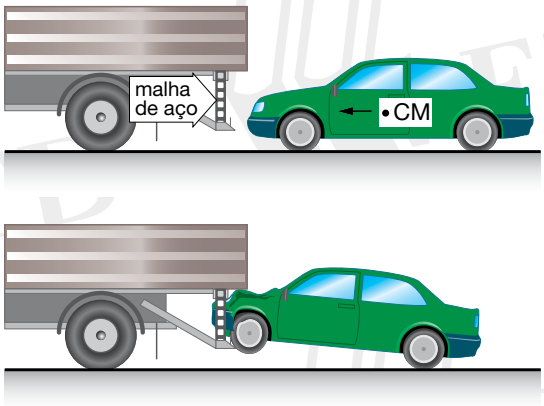
II. (Falsa)

Numa colisão inelástica a quantidade de movimento se mantém constante.

III. (Falsa)

$$E_{c_i} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow E_{c_i} = mv^2$$

86 (Unicamp-SP) O chamado "pára-choque alicate" foi projetado e desenvolvido na Unicamp com o objetivo de minimizar alguns problemas com acidentes. No caso de uma colisão de um carro contra a traseira de um caminhão, a malha de aço de um pára-choque alicate instalado no caminhão prende o carro e o ergue do chão pela plataforma, evitando, assim, o chamado "efeito guilhotina". Imagine a situação: um caminhão de 6 000 kg está a 54 km/h e o automóvel que o segue, de massa igual a 2 000 kg, está a 72 km/h. O automóvel colide contra a malha, subindo na rampa. Após o impacto, os veículos permanecem engatados um ao outro.



a) Qual a velocidade dos veículos imediatamente após o impacto? 58,5 km/h

b) Qual a fração da energia cinética inicial do automóvel que foi transformada em energia gravitacional, sabendo-se que o centro de massa do mesmo subiu 50 cm? (Use $g = 10\ m/s^2$.) 2,5%

Resolução:

a) O esquema proposto é uma colisão perfeitamente inelástica; assim, da conservação da quantidade de movimento, vem:

$Q_{antes} = Q_{depois}$

$m_{carro}v_{carro} + m_{caminhão}v_{caminhão} = (m_{caminhão} + m_{carro})v$

$6\,000 \cdot 54 + 2\,000 \cdot 72 = (6\,000 + 2\,000)v$

$v = 58{,}5\ km/h$

b) A fração pedida *f* será dada por:

$$f = \frac{E_{pot\ gravitacional}}{E_{cinética\ inicial}} \rightarrow f = \frac{mgh}{\frac{mv^2}{2}} \rightarrow f = \frac{2gh}{v^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0{,}50}{(20)^2} \rightarrow f = 0{,}025$$

$f = 2{,}5\%$

87 (UFPel-RS)

TRÂNSITO. Operação 20 de setembro já contabilizou um ferido em 2004.

Acidente marca início do feriado
nas estradas da região de Pelotas.

O feriadão começou complicado nas estradas de Pelotas. No final da noite de sexta-feira, um acidente que envolveu um carro de passeio e dois caminhões deixou uma pessoa ferida. O acidente aconteceu às 23h 20min, no quilômetro 523,8 da BR-116.

Nesse horário, um dos caminhões preparava-se para entrar no posto da Barragem. O carro de Porto Alegre que vinha logo atrás não conseguiu parar e trombou na traseira do caminhão.

Considere que:

- os dois veículos permaneceram unidos e que ocorreu perda de energia cinética após o impacto;
- a massa do caminhão era de 28,5 toneladas e a do carro, 1,5 tonelada;
- a velocidade do caminhão, no momento do impacto, era de 36 km/h e a do carro, 108 km/h.

Desconsidere o atrito.

Com base nos textos acima, em seus conhecimentos, desconsiderando as forças dissipativas, responda às seguintes perguntas.

a) Choques desse tipo são classificados fisicamente como elásticos ou inelásticos? inelásticos

b) Qual a velocidade dos veículos imediatamente após o choque? $v = 11$ m/s

c) Que quantidade de energia cinética foi dissipada durante o choque? 285 000 J

Resolução:

a) Os choques desse tipo são classificados fisicamente como choques inelásticos, pois houve perda de energia e os veículos permaneceram unidos após o choque.

b) Sendo o sistema isolado, $Q_{antes} = Q_{depois} \rightarrow m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

$$28{,}5 \cdot 36 + 1{,}5 \cdot 108 = (28{,}5 + 1{,}5)v$$

$$v = 39{,}6 \text{ ou } v = 11 \text{ m/s}$$

c) A energia cinética antes do choque é igual a:

$$E_{CA} = E_{C1} + E_{C2} \rightarrow E_{CA} = \frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow E_{CA} = \frac{28{,}5 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{2} + \frac{1{,}5 \cdot 10^3 \cdot 30^2}{2} = 2\,100\,000 \text{ J}$$

A energia cinética depois do choque é igual a:

$$E_{CD} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} \rightarrow E_{CD} = \frac{(285 \cdot 10^3 + 1{,}5 \cdot 10^3) \cdot (11)^2}{2} = 1\,815\,000 \text{ J}$$

Assim, a energia dissipada depois do choque será:

$$\Delta E_C = E_{CD} - E_{CA} = 1\,815\,000 - 2\,100\,000 = -285\,000 \text{ J}$$

A quantidade de energia dissipada durante o choque é de 285 000 J.

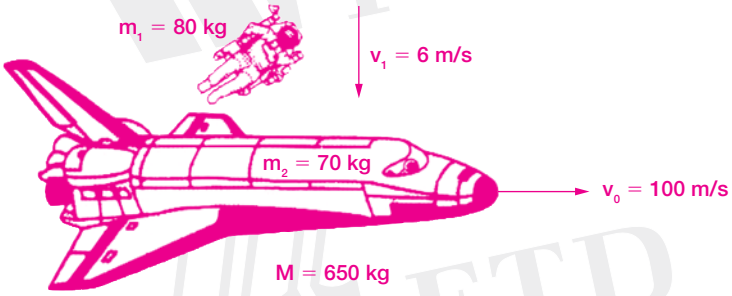
88 (Unicamp-SP) No episódio II do filme *Guerra nas Estrelas*, um personagem mergulha em queda livre, caindo em uma nave que se deslocava horizontalmente a 100 m/s com os motores desligados. O personagem resgatado chegou à nave com uma velocidade de 6 m/s na vertical. Considere que a massa da nave é de 650 kg, a do personagem resgatado, de 80 kg, e a do piloto, de 70 kg. $v_x = 90$ m/s; $v_y = 0{,}6$ m/s

a) Quais as componentes horizontal e vertical da velocidade da nave imediatamente após o resgate?

b) Qual foi a variação da energia cinética total nesse resgate? $-3{,}6 \cdot 10^5$ J

Resolução:

a) Do enunciado, temos:



Considerando o sistema isolado, haverá conservação da quantidade de movimento nas direções horizontal *x* e vertical *y*.

- Na direção *x*

$$Q_{fx} = Q_{ix} \rightarrow M_t v_x = (M + m_2)\, v_0$$
$$(650 + 70 + 80)\, v_x = (650 + 70) \cdot 100$$
$$v_x = 90 \text{ m/s}$$

- Na direção *y*

$$Q_{fy} = Q_{iy} \rightarrow M_t v_y = m_1 v_1$$
$$(650 + 70 + 80)\, v_y = 80 \cdot 6$$
$$v_y = 0{,}6 \text{ m/s}$$

b) $E_{cf} = \frac{1}{2} \cdot M_t (v_x^2 + v_y^2) \rightarrow E_{cf} = \frac{800}{2} \cdot 90^2 + (0{,}6)^2$

$$E_{cf} \simeq 3{,}24 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$E_{ci} = \frac{1}{2}(m_2 + M)\, v_0^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \rightarrow E_{ci} = \frac{1}{2} \cdot 720 \cdot 100^2 + \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 6^2$$

$$E_{ci} \simeq 3{,}60 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Logo:

$$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} \rightarrow \Delta E_c = 3{,}24 \cdot 10^6 - 3{,}60 \cdot 10^6$$
$$\Delta E_c = -3{,}6 \cdot 10^5 \text{ J}$$