

Dicas para resolver a lista: Use sempre o número apropriado de algarismos significativos para as respostas, uniformize as unidades de acordo com o S.I. (m, kg, s), use $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ e sucesso!

Dinâmica

1. Faça um diagrama de forças que agem sobre os seguintes objetos em suas respectivas condições:
 - (a) Bloco em repouso sobre uma mesa.
 - (b) Bloco apoiado em uma mola vertical, em repouso.
 - (c) Criança no balanço, em um ângulo de 20° .
 - (d) Carro andando em linha reta em uma estrada plana com velocidade constante.
 - (e) Carro fazendo uma curva com velocidade constante, em uma pista plana.
 - (f) Parte central da ponte Hercílio Luz, em um dia com vento sul.
 - (g) Paraquedista em queda com o paraquedas aberto, em velocidade constante.
 - (h) Avião, em vôo de cruzeiro.
2. No item *a* da questão anterior, justifique o fato da força peso e normal não formarem um par ação-reação.
3. Como funcionam as forças de atrito superficial e viscoso?
4. Qual é a diferença entre força centrípeta e centrífuga? Apenas uma delas é uma força verdadeira, por quê?
5. O que é o princípio da conservação da energia? Quando ele não é válido?
6. Qual é a diferença entre força e impulso?
7. Quando utilizamos um objeto para criar uma alavanca, onde e como devemos aplicar a força que queremos amplificar?
8. Qual é a diferença entre peso e massa?
9. Uma massa padrão ($m_1 = 1,0 \text{ kg}$) sofre uma aceleração de $5,0 \text{ m/s}^2$ de uma força desconhecida F , uma segunda massa desconhecida (m_2), sofre da mesma força uma aceleração de 11 m/s^2 . Calcule:
 - (a) O módulo da força F .
 - (b) A massa m_2 .
10. Dois blocos estão em contato sobre uma mesa plana sem atrito. Uma força horizontal é aplicada a um dos blocos conforme indicado na figura 1.
 - (a) Se $m_1 = 3,0 \text{ kg}$, $m_2 = 2,0 \text{ kg}$ e $F = 6,0 \text{ N}$, ache a força de contato entre os dois blocos.
 - (b) Suponha que a mesma força F seja aplicada a m_2 , ao invés de m_1 . Obtenha o módulo da força de contato entre os dois blocos.

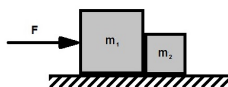


Figura 1:

11. Um foguete juntamente com sua carga possui massa igual a $7,0 \times 10^4 \text{ kg}$. Calcule a força de propulsão do foguete quando:
 - (a) O foguete estiver "pairando" acima da plataforma de lançamento.
 - (b) O foguete está acelerando para cima a 25 m/s^2 .
12. Um astronauta possui massa $m = 70 \text{ kg}$. Calcule o seu peso, quando estiver em repouso sobre uma balança:
 - (a) Em uma farmácia na Terra.
 - (b) Em uma farmácia na Lua (onde $g = 1,67 \text{ m/s}^2$).
 - (c) Em uma farmácia em Júpiter (onde $g = 25,9 \text{ m/s}^2$).
13. Uma mola de constante elástica desconhecida está disposta verticalmente e na sua extremidade inferior um objeto de massa $m = 2,5 \text{ kg}$ é pendurado.
 - (a) Qual é o valor de k se o deslocamento que o objeto produz na mola é de 10 cm ?
 - (b) Trocando o objeto por um de $6,0 \text{ kg}$, qual é o deslocamento que ele produzirá na mola?
14. Qual é a força necessária para comprimir uma mola de $k = 500 \text{ N/m}$ em:
 - (a) 10 cm
 - (b) 20 cm
 - (c) 30 cm
15. Um carro possui massa $m = 1200 \text{ kg}$, quando quatro passageiros de $m = 80,0 \text{ kg}$ entram nele e as suspensões cedem $6,00 \text{ cm}$, com base nisso, qual é o valor de k associado à elas?
16. Qual é a força normal exercida por uma mesa plana sobre uma caixa de cenouras que pesa 500 N ?
Cuidado! Lembre da questão 8.
17. Qual é a força normal exercida por uma mesa de inclinação variável sobre uma caixa de batatas com $m = 40,0 \text{ kg}$ para os seguintes ângulos de inclinação com a horizontal:
 - (a) $\theta = 0,00^\circ$
 - (b) $\theta = 10,0^\circ$
 - (c) $\theta = 17,0^\circ$
 - (d) $\theta = 25,0^\circ$
18. Sabendo que a massa do bloco da figura 2 é de $7,0 \text{ kg}$ e que os ângulos com o teto são $\theta = 45^\circ$ calcule o módulo das tensões nos cabos.

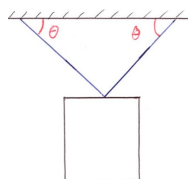


Figura 2:

19. Um elevador possui massa igual $4,0 \text{ T}$, determine a tensão no cabo quando:
 - (a) Ele permanece em repouso.
 - (b) Ele é puxado de baixo para cima por meio de um cabo com uma aceleração de $1,5 \text{ m/s}^2$.
 - (c) O elevador está descendo com uma aceleração de $1,8 \text{ m/s}^2$.

20. Qual é a aceleração lateral máxima que um garçom pode impor à uma bandeja sem derrubar (nem inclinar) um copo de *laranjinha água da serra*, cujo coeficiente de atrito estático com a bandeja vale 0,20 e que tem uma massa $m = 350\text{ g}$?
21. Uma força horizontal $F = 70\text{ N}$ empurra um bloco que pesa 30 N contra uma parede vertical, conforme indicado na figura 3. O coeficiente de atrito estático entre a parede e o bloco vale 0,55 e o coeficiente de atrito cinético vale 0,35. Suponha que inicialmente o bloco esteja em repouso.
- Com a força aplicada, o corpo começará a se mover?
 - Qual seria o valor de F necessário para começar o movimento?
 - Determine o valor de F necessário para que o corpo escorregue contra a parede com velocidade constante.
 - Obtenha o valor de F para que o bloco escorregue contra a parede com uma aceleração igual a $4,0\text{ m/s}^2$.

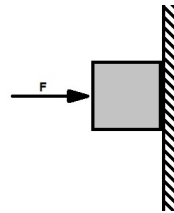


Figura 3:

22. Um engradado de cervejas possui massa $m = 29,1\text{ kg}$. Um homem puxa o engradado por meio de uma corda que faz um ângulo de $30,0^\circ$ acima da horizontal.
- Se o coeficiente de atrito estático vale 0,500, qual a tensão necessária na corda para que o engradado comece a se mover?
 - Se $\mu_C = 0,350$, qual será a aceleração do engradado?
 - Qual a tensão na corda durante uma aceleração igual a g ?
 - Se após uma decepção amorosa o homem beber todas as cervejas, diminuindo a massa do engradado para $14,7\text{ kg}$, os coeficiente de atrito mudam? E a tensão?
23. Dois paraquedistas, de massas $m_1 = 95\text{ kg}$ e $m_2 = 83\text{ kg}$ saltam de um avião. Considerando que os coeficientes de atrito viscoso entre eles e o ar seja $b_1 = b_2 = 11\text{ kg/s}$, calcule as suas velocidades limite quando em queda livre. Um deles esqueceu de levar um agasalho e sua avó, de massa $m_3 = 70\text{ kg}$ deve atingir uma velocidade de 100 m/s para alcançá-lo antes que seja tarde. Qual é o b correspondente à esta velocidade? *Despreze uma eventual velocidade horizontal do avião.*
24. Um bloco de massa $m = 5,0\text{ kg}$ escorrega ao longo de um plano inclinado de 30° em relação à horizontal. O coeficiente de atrito cinético vale 0,35. Calcule os módulo da força de atrito e da aceleração resultante.
25. Na figura 4, um garoto maroto está sentado sobre uma caixa em um plano inclinado. Uma corda está segurando a caixa parada, sabendo que a massa do sistema garoto-caixa é 39 kg , que $\theta = 20^\circ$ e desconsiderando qualquer forma de atrito:
- Faça um diagrama das forças envolvidas.
 - Calcule a tensão na corda.
 - Considerando que a corda se rompa, calcule a aceleração da caixa.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ytvc1TGAu5s>

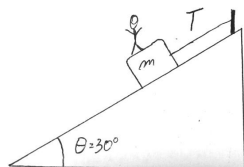


Figura 4:

26. Um homem empurra um bloco de 50kg aplicando-lhe uma força inclinada de 60° em relação à horizontal. O coeficiente de atrito cinético vale $0,20$. O corpo se desloca em linha reta. O trabalho realizado pela força aplicada pelo homem vale 800J , para um deslocamento de 5m . Calcule o módulo desta força.
27. Um bloco de massa igual a $4,0\text{kg}$ é puxado com velocidade constante através de uma distância $d = 5,0\text{m}$ ao longo de um assoalho por uma corda que exerce uma força constante de módulo $F = 8\text{N}$ formando um ângulo de 20° com a horizontal. Calcule:
 - (a) O trabalho realizado pela corda sobre o bloco.
 - (b) O trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco.
 - (c) O trabalho total realizado sobre o bloco.
28. A energia cinética de um corpo de $m = 5,0\text{ kg}$ é $E_C = 2000\text{ J}$. De que altura este corpo deveria cair para que sua energia cinética atingisse esse valor?
29. Um foguete de massa igual a $5,0 \times 10^4\text{ kg}$ deve atingir uma velocidade de escape de $11,2\text{ km/s}$ para que possa fugir à atração terrestre. Qual deve ser a quantidade mínima de energia para levá-lo do repouso até esta velocidade?
30. Uma moeda de $4,0\text{ g}$ é pressionada contra uma mola vertical, comprimindo-a de $2,0\text{ cm}$. A constante elástica da mola vale 50 N/m . Até que altura (contada a partir da posição de equilíbrio da mola) a moeda subirá quando a mola for libertada?
31. Para uma certa mola $k = 2500\text{ N/m}$. Um bloco de $4,0\text{ kg}$ cai sobre esta mola de uma altura $h = 0,60\text{ m}$. Desprezando o atrito, ache a deformação máxima da mola.
32. Um bloco de $m = 1,0\text{ kg}$ colide com uma mola horizontal sem massa, cuja constante elástica vale $2,0\text{ N/m}$. O bloco comprime a mola $4,0\text{ m}$ a partir da posição de repouso. Calcule:
 - (a) A velocidade do bloco no momento da colisão, desprezando o atrito.
 - (b) A velocidade do bloco no momento da colisão, supondo que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície horizontal seja $0,25$.
33. A massa de um automóvel vale $1,00\text{ t}$.
 - (a) Calcule a massa de um caminhão, sabendo que quando ele se desloca com o dobro da velocidade do automóvel, seu momento linear é $p_C = 10p_A$, onde p_A é o momento linear do automóvel.
 - (b) Calcule o momento linear deste caminhão quando ele se desloca com velocidade de 36 km/h .
34. Uma espingarda atira balas de $10,0\text{ g}$ com velocidade de 500 m/s . Calcule o momento linear e a energia cinética de cada bala.
35. Em um saque rápido no tênis, a bola ($m = 57,7\text{ g}$) alcança velocidades da ordem de 190 km/h , supondo que a raquete e a bola fiquem em contato por $5,00\text{ ms}$, calcule a força média exercida pela raquete sobre a bola. *Não é a toa que o Guga grita.*
36. Calcule os três torques aplicados aos braços de alavanca da figura 5, com $|\vec{r}_1| = |\vec{r}_3| = 0,50\text{ m}$, $|\vec{r}_2| = 0,30\text{ m}$, $\theta_1 = 45^\circ$, $\theta_2 = 90^\circ$, $\theta_3 = 120^\circ$, $|\vec{F}_1| = 20\text{ N}$, $|\vec{F}_2| = 25\text{ N}$ e $|\vec{F}_3| = 15\text{ N}$.

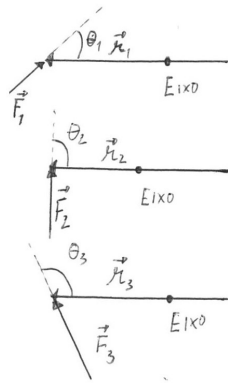


Figura 5:

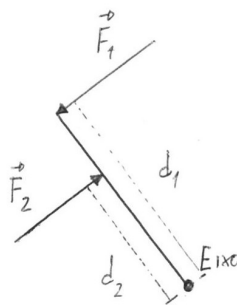


Figura 6:

37. Com $|\vec{F}_1| = 300 \text{ N}$, $|\vec{F}_2| = 500 \text{ N}$, $d_1 = 30 \text{ cm}$ e $d_2 = 20 \text{ cm}$ determine qual o sentido do movimento da haste da figura 6, sabendo que as forças agem perpendicularmente à ela.

Dinâmica, exercícios com conceitos de cinemática

38. Um corpo de massa $4,0 \text{ kg}$ está sujeito a duas forças $\vec{F}_1 = 2,0N\hat{i} - 3,0N\hat{j}$ e $\vec{F}_2 = 4,0N\hat{i} - 11,0N\hat{j}$. Considerando que no instante $t = 0,00 \text{ s}$ a massa esteja em repouso na origem, calcule:
- O vetor aceleração (\vec{a}), e seu módulo.
 - O vetor posição (\vec{r}), e seu módulo, para $t = 3,00$.
39. Sobre uma massa de $0,400 \text{ kg}$ atuam uma força $\vec{F}_1 = 2,0N\hat{i} - 4,0N\hat{j}$ e uma força $\vec{F}_2 = 2,6N\hat{i} + 5,0N\hat{j}$. Considerando que no instante $t = 0 \text{ s}$ a massa esteja em repouso na origem, determine no instante $t = 1,6 \text{ s}$:
- O vetor velocidade (\vec{v}), e seu módulo.
 - O vetor posição (\vec{r}), e seu módulo.
40. Um carro possui velocidade constante de 60 km/h e sua massa vale $1,2 \text{ T}$. Ao ver uma idosa gestante atravessando a estrada o motorista usa os freios e o carro para completamente após percorrer 50 m . Supondo que a desaceleração é constante, calcule:
- O módulo da força de frenagem.
 - O tempo necessário para o carro parar.
41. Um vagão ferroviário aberto está carregado de engradados e o coeficiente de atrito estático entre os engradados e o piso do vagão é igual a $0,35$. Suponha que o trem esteja viajando com uma velocidade constante de 60 km/h . Calcule a distância mínima para a qual o trem pode parar sem que os engradados escorreguem.

42. Um bloco de 10kg desliza sobre uma pista de gelo e percorre 20m até parar. A velocidade inicial com que ele é lançado sobre a pista vale 8,0m/s. Calcule:
- O módulo da força de atrito.
 - O coeficiente de atrito cinético.

Cinemática, exercícios extras

43. Um marsupial se move ao longo do eixo x . Qual é o sinal da aceleração do animal se está se movendo dos seguintes modos:
(Dica quente: velocidade linear é o módulo da velocidade.)
- sentido positivo com velocidade linear crescente?
 - sentido positivo com velocidade linear decrescente?
 - sentido negativo com velocidade linear crescente?
 - sentido negativo com velocidade linear decrescente?
44. No instante $t = 0$, uma partícula que se move em um eixo está na posição $x_0 = -20m$. Os sinais da velocidade inicial v_0 (no instante t_0) e da aceleração constante a da partícula são, respectivamente, para três situações: 1=(+,+); 2=(-,+); 3=(-,-). Em que situações a partícula:
- para momentaneamente?
 - passa pela origem?
 - não passa pela origem?
45. Uma tangerina é lançada verticalmente para cima e passa na frente de três janelas idênticas, em três alturas distintas. Chamando a mais baixa de 1 e a mais alta de 3, ordene-as de acordo:
- da velocidade escalar média da tangerina ao passar por elas.
 - do tempo que a tangerina leva para passar na frente delas.
 - do módulo da aceleração da tangerina ao passar por elas.
46. A soma dos módulos de dois vetores pode ser igual ao módulo da soma dos mesmos vetores? Justifique.
47. Em um certo instante, uma bola que descreve um movimento balístico tem uma velocidade $\vec{v} = 25\hat{i} - 4,9\hat{j}$. A bola já passou pelo ponto mais alto da trajetória? Justifique.
48. A figura 7 mostra três situações nas quais projéteis iguais são lançados do solo (a partir do mesmo nível) com a mesma velocidade escalar e o mesmo ângulo. Entretanto, os projéteis não caem no mesmo terreno. Ordene as situações de acordo com a velocidade escalar final dos projéteis imediatamente antes de aterrissarem, em ordem decrescente.

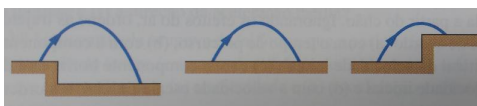


Figura 7:

49. Na figura 8, uma bergamota é arremessada para cima e passa pelas janelas 1, 2 e 3, que são idênticas e estão dispostas como na figura. Na descida a mexirica passa pelas janelas 4, 5 e 6, também idênticas. Em cada um dos casos, ordene as janelas decrescentemente de acordo:
- Com o tempo que a laranja leva para passar na frente da janela.
 - Com a velocidade média da tangerina durante a passagem.

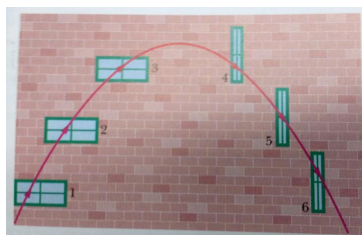


Figura 8:

50. Um avião voa 800km na direção noroeste, demorando $4,00\text{h}$ no trajeto. Ele faz uma parada e voa 652km em uma direção que faz $30,0^\circ$ com o sul e $60,0^\circ$ com o oeste, demorando mais $3,00\text{h}$. Novamente faz uma parada e então um último vôo de $5,00\text{h}$ onde percorre 891km na direção leste.
- Represente os três deslocamentos como vetores (\vec{r}_1 , \vec{r}_2 e \vec{r}_3).
 - Calcule o vetor velocidade média para cada um dos três deslocamentos, e calcule o seu módulo.
 - Calcule \vec{v} para o deslocamento $\Delta\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$.
 - Calcule \vec{v} para o deslocamento $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 + \vec{r}_3$.
 - Calcule \vec{v} para o deslocamento total.
51. Um carro percorre uma distância de $30,0\text{km}$ no sentido Oeste-Leste; a seguir percorre $10,0\text{km}$ no sentido Sul-Norte e finalmente percorre $5,00\text{km}$ numa direção que forma um ângulo de $30,0^\circ$ com o Norte e $60,0^\circ$ com o Leste. Usando o método geométrico (ou gráfico) e o método analítico, calcule:
- O módulo do deslocamento resultante.
 - O ângulo entre o vetor deslocamento resultante e o sentido Oeste-Leste.
52. Um jogador de golfe dá três tacadas para colocar a bola num buraco. A primeira tacada desloca a bola $6,0\text{m}$ para o norte, a segunda desloca a bola $2,0\text{m}$ para o leste e a terceira desloca a bola $2,0\text{m}$ para o nordeste. Determine o módulo, a direção e o sentido do deslocamento equivalente que poderia ser obtido com uma única tacada.
53. Uma velejadora encontra ventos que impelem seu pequeno barco a vela. Ela veleja $2,00\text{km}$ de oeste para leste, a seguir $3,50\text{km}$ para sudeste e depois uma certa distância em direção desconhecida. No final do trajeto ela se encontra a $5,80\text{km}$ diretamente a leste de seu ponto de partida. Determine o módulo, a direção e o sentido do terceiro deslocamento. Faça um diagrama em escala da soma vetorial dos deslocamentos e mostre que ele concorda aproximadamente com o resultado mediante a solução analítica.
54. Um automóvel desloca-se com velocidade constante de 23m/s . Suponha que o motorista feche os olhos (ou que olhe para o lado) durante $2,0\text{s}$. Calcule o espaço percorrido pelo automóvel neste intervalo de tempo.
55. Um carro avança em linha reta com uma velocidade média de 80km/h durante $2,5\text{h}$ e depois com uma velocidade média de 40km/h durante $1,5\text{h}$.
- Qual o deslocamento total nessas $4,0\text{h}$?
 - Qual a velocidade média sobre todo o percurso?
56. Um ônibus da linha 185 parte de uma parada A (provavelmente o TICEN), ganhando velocidade a uma razão de $4,0\text{m/s}^2$ durante $6,0\text{s}$, e depois a uma razão de $6,0\text{m/s}^2$ até que alcança a velocidade de $48,0\text{m/s}$. O ônibus mantém essa velocidade constante durante $30,0\text{s}$, até se aproximar da parada B; quando ele é freado é provocada uma desaceleração que o conduz ao repouso em $6,0\text{s}$, no ponto B. Determine:
- A distância entre A e B.

- (b) O tempo total gasto no percurso entre A e B.
- (c) O valor da desaleração durante a frenagem.
57. Para testar a qualidade de uma bola de tênis, você a deixa cair no chão de uma altura de $1,2m$. Ela quica e atinge uma altura de $0,90m$. Se a bola esteve em contato com o solo durante $0,010s$, qual foi o módulo da aceleração média durante este contato?
58. Uma bola é atirada do chão para o ar com velocidade inicial desconhecida. Quando ela atinge uma altura de $9,0m$, a velocidade é dada por $\vec{v} = (6,0\hat{i} + 3,0\hat{j})m/s$.
- (a) Até que altura a bola subirá?
- (b) Qual será a distância horizontal total percorrida pela bola?
- (c) Qual é a velocidade da bola (módulo e direção) no instante em que ela toca o chão?
59. Um avião cargueiro está voando a $12km$ de altitude, com uma velocidade de $900km/h$ em relação ao solo e paralela à ele, quando um tripulante descuidado deixa cair uma caixa do compartimento de cargas. Calcule:
- (a) Quanto tempo a caixa demora para chegar ao solo?
- (b) Qual a distância que o avião percorre durante a queda da caixa?
- (c) Qual a distância horizontal entre o ponto onde a caixa começa a cair e o ponto de impacto?
- (d) Qual a distância entre a caixa e o avião no momento do impacto? (Considere que o avião permanece com a velocidade constante.)
60. O eixo de um cano de canhão faz um ângulo de 45° com a horizontal, e dispara uma bala com velocidade inicial de $300m/s$. Calcule:
- (a) Quanto tempo a bala fica no ar.
- (b) Qual a distância entre o canhão e o ponto de impacto da bala?
61. Uma astronauta chega a um planeta desconhecido. A visibilidade é ruim e através de um canal de comunicação ele pergunta qual a direção para a Terra e recebe a seguinte mensagem "Você pousou na Terra, aguarde que iremos te resgatar." Ela não acredita e resolve testar por si mesma, deixando uma bola de chumbo de massa $m = 76,5g$ cair do topo da nave até o solo, numa altura de $18m$, e cronometra em $2,5s$ o tempo de queda. Responda:
- (a) Se a astronauta tem massa de $52,5kg$, qual o seu peso no planeta desconhecido?
- (b) Esse planeta é ou não a Terra?
- (c) Se a bolinha fosse de madeira, com uma massa de $19,2g$, o tempo de queda seria diferente?
62. Uma pedra é lançada por uma catapulta no instante $t = 0$, com uma velocidade inicial de módulo $20,0m/s$ e ângulo $40,0^\circ$ acima da horizontal. Quais são os módulos das componentes vertical e horizontal da posição em
- (a) $t = 1,10s$?
- (b) $t = 1,80s$?
- (c) $t = 5,00s$?
- (d) Para os itens anteriores, represente o vetor posição em termos dos versores canônicos.

Respostas

- | | |
|----|----|
| | 4. |
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |

- 8.
9. (a) $F = 5,0 \text{ N}$
(b) $m_2 = 0,45 \text{ kg}$
10. (a) $F = 2,4 \text{ N}$
(b) $F = 3,6 \text{ N}$
11. (a) $F = 6,9 \times 10^5 \text{ N}$
(b) $F = 2,4 \times 10^6 \text{ N}$
12. (a) $F_{PT} = 690 \text{ N}$
(b) $F_{PL} = 120 \text{ N}$
(c) $F_{PJ} = 1800 \text{ N}$
13. (a) $k = 245 \text{ N/m}$
(b) $\Delta x = 24 \text{ cm}$
14. (a) $F = 50 \text{ N}$
(b) $F = 100 \text{ N}$
(c) $F = 150 \text{ N}$
15. $k = 13067 \text{ N/m}$ ou $k = 1,31 \times 10^4 \text{ N/m}$
16. $F_N = 500 \text{ N}$
17. (a) $F_N = 392 \text{ N}$
(b) $F_N = 386 \text{ N}$
(c) $F_N = 375 \text{ N}$
(d) $F_N = 355 \text{ N}$
18. $F_T = 49 \text{ N}$
19. (a) $T = 4,5 \times 10^4 \text{ N}$ ou $T = 5 \times 10^4 \text{ N}$
(b) $T = 3,2 \times 10^4 \text{ N}$ ou $T = 3 \times 10^4 \text{ N}$
20. $a_{MAX} = 2,0 \text{ m/s}^2$
21. (a) Não.
(b) $F = 55 \text{ N}$
(c) $F = 86 \text{ N}$
(d) $F = 50 \text{ N}$
22. (a) $T = 128 \text{ N}$
(b) $a = 4,57 \text{ m/s}^2$
(c) $T = 370 \text{ N}$
(d) μ_E e μ_C não mudam, T sim. E tensão também muda, afinal ele está ébrio.
23. $v_1 = 85 \text{ m/s}$, $v_2 = 74 \text{ m/s}$ e $b_3 = 6,9 \text{ kg/s}$
24. $F_{at} = 15 \text{ N}$ e $a = 1,9 \text{ m/s}^2$
- 25.
26. $F = 300 \text{ N}$
27. (a) $W = 38 \text{ J}$
(b) $W = -38 \text{ J}$
(c) $W = 0 \text{ J}$
28. $h = 41 \text{ m}$
29. $E_C = 3 \times 10^{12} \text{ J}$
30. $h = 0,26 \text{ m}$
31. $\Delta x = 0,12 \text{ m}$
32. (a) $v = 5,7 \text{ m/s}$
(b) $v = 7,2 \text{ m/s}$
33. (a) $m = 5000 \text{ kg}$
(b) $p = 5,0 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$
34. $p = 2500 \text{ kg.m/s}$ e $E_C = 6,2 \times 10^5 \text{ J}$
35. $\bar{F} = 609 \text{ N}$
36. $\tau_1 = 7,1 \text{ N.m}$, $\tau_2 = 7,5 \text{ N.m}$ e $\tau_3 = 6,5 \text{ N.m}$
37. Rotação no sentido horário em torno do eixo.
38. (a) $\vec{a} = 1,5\hat{i} - 3,5\hat{j}$
(b) $\vec{r}(3) = 6,75\hat{i} - 15,75\hat{j}$, $|\vec{r}(3)| = 17 \text{ m}$
39. (a) $\vec{v}(1,6) = (18\hat{i} + 4,0\hat{j}) \text{ m/s}$,
 $|\vec{v}(1,6)| = 19 \text{ m/s}$
(b) $\vec{r} = (29\hat{i} + 6,4\hat{j}) \text{ m}$,
 $|\vec{r}(1,6)| = 30 \text{ m}$
40. (a) $F_F = 3333 \text{ N}$
(b) $t = 6,0 \text{ s}$
41. $d = 40 \text{ m}$
42. (a) $F_{at} = 16 \text{ N}$
(b) $\mu_C = 0,16$
43. (a) positiva
(b) negativa
(c) negativa
(d) positiva
44. (a) 1, 3
(b) 1, 2
(c) 3
45. (a) $1 > 2 > 3$
(b) $3 > 2 > 1$
(c) $1 = 2 = 3$
46. Sim, quando eles forem paralelos.
47. Sim, o ponto mais alto da trajetória possui velocidade vertical nula, qualquer valor abaixo desse ($v_y = -4,9\hat{j}$ no caso) indica um momento posterior àquele.

48. $a > b > c$
49. (a) Subida: $1 > 2 > 3$.
Descida $4 = 5 = 6$.
(b) Subida: $1 > 2 > 3$.
Descida $6 > 5 > 4$.
50. (a) $\vec{r}_1 = (-565\hat{i} + 565\hat{j})km$,
 $\vec{r}_2 = (-326\hat{i} - 565\hat{j})km$,
 $\vec{r}_3 = (891\hat{i})km$
(b) $\vec{v}_1 = (-141\hat{i} + 141\hat{j})km/h$,
 $v_1 = 200km/h$,
 $\vec{v}_2 = (-108\hat{i} - 188\hat{j})km/h$,
 $v_2 = 217km/h$,
 $\vec{v}_3 = (178\hat{i})$,
 $v_3 = 178km/h$
(c)
(d)
(e) $\vec{v} = 0km/h$
51. $|\Delta\vec{r}| = 36km$ e o vetor deslocamento faz um ângulo $\theta = 32^\circ$ acima do eixo x positivo.
52. $|\Delta\vec{r}| = 8,2m$ e o vetor deslocamento faz um ângulo $\theta = 65^\circ$ acima do eixo x positivo.
53. $|\Delta\vec{r}_3| = 2,8km$ e o vetor deslocamento faz um ângulo $\theta = 62^\circ$ acima do eixo x positivo.
54. $46m$
55. $\Delta x = 260km$, $\vec{v} = 65km/h$
56. (a) $\Delta x = 1800m$
(b) $\Delta t = 46s$
(c) $a = -8,0m/s^2$
57. $a = 904m/s^2$
58. (a) $h = 9,5m$
(b) $\Delta x = 17m$
(c) $|\vec{v}| = 15m/s$ e o vetor velocidade faz um ângulo $\theta = 66^\circ$ abaixo do eixo x positivo.
59. (a) $t = 49s$
(b) $\Delta x = 12371m$
(c) $\Delta x = 12371m$
(d) $h = 12km$
60. (a) $t = 43s$
(b) $\Delta x = 9183m$
61. (a) $F_P = 302N$
(b) Não é a Terra!
(c) Não.
- 62.

Referências

1. CHAVES A. *Física Básica*, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2007. Volume I
2. HALLIDAY D., RESNICK R. e WALKER J. *Fundamentos de Física*, (8a. edição), Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009. Volume I