

Folha 2 – Cinemática e Aplicações das Leis de Newton

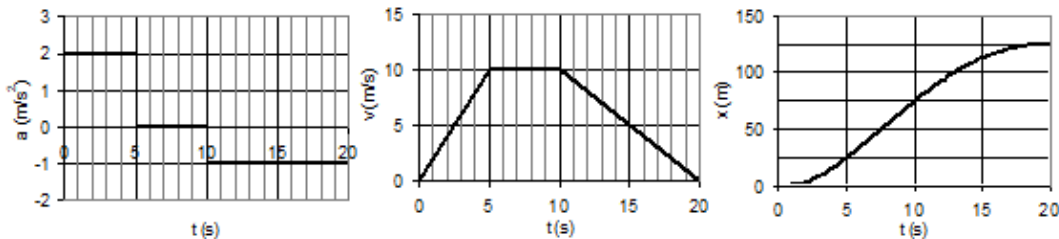
1. Uma bola com 0,2 kg é atirada na vertical, para baixo, do cimo de um penhasco com 10 m de altura, com uma velocidade de 8 m/s. Despreze a resistência do ar.
 - (a) Determine a velocidade final (\vec{v}_f) com que a bola atinge o chão.
 - (b) Quanto tempo demora a bola até atingir o chão?
 - (c) Se a bola voltar a subir com 10 m/s de velocidade, a que altura chegará?
2. Um automobilista viaja a 100 km/h e aproxima-se de uma cidade que tem 50 km/h como limite de velocidade de circulação. Para cumprir o limite, 100 m antes de entrar na cidade o automobilista começa a travar, causando uma desaceleração de $-2,2 \text{ m/s}^2$ ao carro. Contudo, ao entrar na cidade, o automobilista é mandado parar por um agente da Brigada de Trânsito, dizendo que ele conduzia acima do limite de velocidade imposto. O automobilista discorda. Quem tem razão? Determine o valor da velocidade com que o automobilista entrou na cidade.
3. Um microrganismo está dentro de uma gota de água na lâmina de um microscópio. A lâmina mede $24 \text{ mm} \times 76 \text{ mm}$. O organismo está a nadar à velocidade de $0,5 \text{ mm/s}$ precisamente a meio da lâmina, paralelamente ao eixo mais longo da lâmina. Nesse momento, alguém pega num dos extremos da lâmina, inclinando-a, fazendo a gota de água mover-se na mesma direção em que o microrganismo nadava. Se a gota de água ganhar velocidade a uma taxa de 1 mm/s^2 , quanto tempo demora o organismo a chegar ao extremo da lâmina?
4. Um carro elétrico parte do repouso e adquire uma velocidade de 10 m/s após ter percorrido uma distância de 25 m com movimento uniformemente acelerado. De seguida, percorre 50 m com velocidade constante (10 m/s), findos os quais se desloca com movimento uniformemente retardado, parando a 125 m do ponto de partida. Escreva as leis do movimento para cada parte do percurso e represente graficamente, em função do tempo, o espaço percorrido, a velocidade e a aceleração.
5. Determine a aceleração de um corpo de massa 4 kg que desce sem atrito um plano inclinado de 30° .
6. Duas pessoas puxam um objeto de 250 kg de massa com forças horizontais de 80 N e 120 N em direções que fazem um ângulo de 60° entre si. Determine a aceleração do corpo, considerando que não há atrito entre as superfícies do corpo e do solo.
7. Dois patinadores sobre o gelo, com 50 kg e 70 kg de massa, empurram-se mutuamente com forças de 10 N de intensidade durante 1 segundo. Determine a velocidade final de cada um admitindo que partiram ambos do repouso.
8. Um patinador de massa 65 kg acelera, partindo do repouso, uma massa de 250 kg sobre uma superfície gelada, puxando uma corda comprida com uma força de 200 N. Considerando que não há atrito com o chão, determine: a) quanto tempo deve o patinador puxar a corda para que o objeto atinja a velocidade de 3 m/s em relação ao chão; b) a velocidade final do patinador.

9. Uma massa de 1 kg está ligada a uma mola em cima de uma mesa horizontal sem atrito. Depois de se comprimir a mola, a massa realiza um movimento harmónico simples com um período de 2,5 s. De seguida, a mola é colocada na vertical, sendo uma massa de 0,2 kg pendurada na sua extremidade. A mola distende-se até atingir uma posição de equilíbrio.
- (a) Determine qual é essa posição de equilíbrio.
- (b) Se a mola for esticada mais 5 cm na vertical e libertada, determine o período do movimento que começa a realizar.
- (c) Qual é a aceleração máxima e a velocidade máxima da massa de 0,2 kg?
10. Uma massa de 0,8 kg, pendurada numa mola vertical, realiza um movimento harmónico simples com uma frequência de 0,5 Hz.
- (a) Qual é o período do movimento e a constante elástica da mola?
- (b) Se a amplitude da oscilação for de 10 cm e a massa estiver na sua posição mais baixa no instante $t = 0$, escreva a equação que descreve o deslocamento da massa em função do tempo e determine a posição da massa nos instantes 1 s; 1,25 s; 1,5 s e 2s.
- (c) Escreva a equação para a velocidade da massa em função do tempo e determine o valor da velocidade nos instantes referidos na alínea anterior.
11. Dois blocos deslizam sem atrito numa superfície horizontal, cada um deles ligado a uma mola horizontal. O bloco 2 tem a mesma massa que o bloco 1 e a mola a que está ligado tem rigidez três vezes maior que a da mola a que está ligado o bloco 1. Se ambos os blocos tiverem a mesma amplitude de movimento, determine a razão das seguintes quantidades para os dois blocos: (a) período do movimento; (b) frequência angular; (c) velocidade máxima; (d) aceleração máxima; (e) deslocamento máximo.
12. Determine a frequência natural de vibração de uma molécula de sal (NaCl) sabendo que a sua massa efetiva é de 13,9 *uma* e a constante elástica efetiva é de 100 N/m ($1 \text{ uma} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$).
13. Uma massa de 2 kg está pendurada numa mola e oscila com um período de 1,5 s.
- (a) Determine a constante elástica da mola.
- (b) Se a amplitude das oscilações for de 10 cm, determine o valor da aceleração máxima que a massa atinge e em que posição a atinge.
- (c) Se a massa pendurada for de 4 kg e a amplitude passar para metade, qual será a velocidade máxima atingida pela massa e em que posição ocorreria?
14. Uma massa de 500 g está pendurada numa mola de constante elástica 8,0 N/m, vibrando com uma amplitude de 10 cm.
- (a) Quais são os valores máximos da velocidade e da aceleração?
- (b) Qual o período do movimento?
- (c) Escreva a expressão do deslocamento, da velocidade e da aceleração em função do tempo, sabendo que no instante $t = 0$ o deslocamento era nulo.

- (d) Quais os valores da velocidade e da aceleração quando a massa está a 6 cm da posição de equilíbrio?
- (e) Quanto tempo a massa demora a ir da posição $y = 0$ para a posição $y = 8$ cm?
15. Um osso tem um módulo de Young maior para o estiramento ($1,6 \times 10^{10}$ N/m²) do que para a compressão ($0,94 \times 10^{10}$ N/m²). Quando um atleta de pesos pesados levanta um peso de 2200 N, de quanto é comprimido cada fémur? Considere que o fémur tem 60 cm de comprimento e um raio médio de 1 cm.
16. Quatro colunas de cimento, cada uma com 50 cm de diâmetro e 3 m de altura, suportam um peso total de 5×10^4 N.
- (a) Se o módulo de elasticidade para o cimento for de 20×10^9 N/m², determine de quanto cada coluna foi comprimida para suportar aquela carga.
- (b) Determine a constante elástica efetiva para uma das colunas. Calcule o período de pequenas oscilações da amplitude assumindo uma constante efetiva igual à soma dos valores para as quatro colunas e desprezando o peso das colunas.
17. Um guitarrista substitui uma corda partida da sua guitarra. A nova corda tem um diâmetro de 1,4 mm e, quando não está sob tensão, tem um comprimento de 82 cm. Se a corda tiver um módulo de Young de $1,4 \times 10^{11}$ N/m² e for apertada enrolando-a três vezes em torno de uma cavilha com um diâmetro de 2,5 mm, determine a tensão a que a corda fica sujeita.
18. Uma bactéria de forma aproximadamente esférica, com um raio de 0,5 μ m, roda os seus flagelos a 100 revoluções por segundo quando se move à velocidade constante de 100 μ m/s. Considere que a viscosidade da água é $\eta = 10^{-3}$ Pa s.
- (a) Determine a força propulsora gerada pelos flagelos, considerando que existe também uma força de arrasto dada pela lei de Stokes.
- (b) A velocidade com que a bactéria se desloca corresponde a 100 comprimentos do seu corpo por segundo. Determine qual seria a velocidade equivalente para um ser humano com 1,7 m de altura a nadar em água (um meio semelhante ao da bactéria).
19. Uma bola é deixada cair de uma torre com 443 m de altura.
- (a) Com que velocidade chegará a bola ao solo se se desprezar a resistência do ar?
- (b) Determine agora a mesma velocidade não desprezando a resistência do ar. A bola tem 3 cm de raio e uma densidade média de 4400 kg/m³. Considere o coeficiente de arrasto $C = 1$ e despreze a força de impulsão. A densidade do ar é de 1,3 kg/m³.
20. Um paraquedista tem uma massa de 75 kg e uma área de secção efetiva de 0,4 m².
- (a) Estime a velocidade terminal do paraquedista com o paraquedas fechado. Despreze a impulsão e considere $C = 1$. A densidade do ar é de 1,3 kg/m³.
- (b) Se a velocidade terminal com o paraquedas aberto for de 18 km/h, determina a área da secção efetiva do paraquedas, mantendo as outras condições da alínea (a).

Soluções

1. (a) 16,1 m/s, segundo y, para baixo; (b) 0,83 s; (c) 5,1 m
2. O agente tem razão, a velocidade do carro ao entrar na cidade era de 65,5 km/h
3. 8,2 s
4. [0; 5]s: $a(t) = 2 \text{ m/s}^2$, $v(t) = 2t \text{ (m/s)}$, $x(t) = t^2 \text{ (m)}$
 [5; 10]s: $a(t) = 0 \text{ m/s}^2$, $v(t) = 10 \text{ m/s}$, $x(t) = 10t - 25 \text{ (m)}$
 [10; 20]s: $a(t) = -1 \text{ m/s}^2$, $v(t) = -t + 10 \text{ (m/s)}$, $x(t) = -0,5t^2 + 20t - 75 \text{ (m)}$



5. 4,9 m/s² para baixo
6. 0,697 m/s² numa direção que faz um ângulo de 23,4° com a força de 120 N.
7. 0,2 m/s e 0,147 m/s e sentidos opostos
8. (a) 3,75 s; (b) 11,54 m/s
9. (a) 31 cm abaixo da posição natural da mola (sem a massa pendurada); (b) $T = 1,1 \text{ s}$; (c) $a_{\max} = 1,58 \text{ m/s}^2$; $v_{\max} = 0,28 \text{ m/s}$
10. (a) $T = 2 \text{ s}$; $k = 7,9 \text{ N/m}$; (b) $y(t) = -0,1 \cos(\pi t)$; $y(1) = 0,1 \text{ m}$; $y(1,25) = 0,071 \text{ m}$; $y(1,5) = 0$; $y(2) = -0,1 \text{ m}$; (c) $v(t) = 0,1\pi \sin(\pi t)$; $v(1) = 0$; $v(1,25) = -0,22 \text{ m/s}$; $v(1,5) = -0,31 \text{ m/s}$; $v(2) = 0$
11. (a) $T_2/T_1 = 0,58$; (b) $\omega_2/\omega_1 = 1,73$; (c) $v_2/v_1 = 1,73$; (d) $a_2/a_1 = 3$; (e) $\Delta x_2 = \Delta x_1$
12. $1,05 \times 10^{13} \text{ Hz}$
13. (a) 35,1 N/m; (b) $a_{\max} = 1,76 \text{ m/s}^2$, no ponto de máximo deslocamento ($y = 10 \text{ cm}$); (c) $v_{\max} = 0,15 \text{ m/s}$, na posição de equilíbrio, onde o deslocamento é nulo ($y = 0$)
14. (a) 0,4 m/s; 1,6 m/s²; (b) 1,57 s; (c) $y(t) = 0,1 \sin(4t)$; $v(t) = 0,4 \cos(4t)$; $a(t) = -1,6 \sin(4t)$; (d) 0,32 m/s; -0,96 m/s²; (e) 0,23 s
15. 0,22 mm
16. (a) 9,6 μm ; (b) $1,3 \times 10^9 \text{ N/m}$; 6,2 ms
17. 6308 N
18. (a) $9,4 \times 10^{-13} \text{ N}$; (b) 612 km/h!
19. (a) 93,2 m/s; (b) 51,5 m/s
20. (a) 53,2 m/s; (b) 45,2 m²