

## Movimentos verticais próximos à Terra

## Queda Livre

1) Abandona-se um corpo do alto de uma montanha de 180 metros de altura. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Responda:

- a) Qual o tempo gasto pelo corpo para atingir o solo?  
b) Qual a velocidade do corpo ao atingir o solo?

2) Galileu, na Torre de Pisa, fez cair vários objetos pequenos, com o objetivo de estudar as leis do movimento dos corpos em queda. A respeito dessa experiência, julgue os itens, desprezando o efeito do ar.

- I. A aceleração do movimento era a mesma para todos os corpos.  
II. Se dois corpos eram soltos juntos, o mais pesado chegava ao solo horizontal no mesmo instante que o mais leve.  
III. Se dois corpos eram soltos juntos, o mais pesado chegava ao solo horizontal com velocidade maior que o mais leve.

São corretos:

- a) todos  
b) apenas o I  
c) apenas o II  
d) apenas o I e II  
e) apenas I e III

3) Um tijolo se solta do alto de um edifício chegando ao solo em 3 segundos, qual a altura desse edifício e com qual velocidade esse tijolo chega ao solo?

4) Um corpo é abandonado em um ponto situado a 80 metros acima da superfície da Terra, numa região em que a aceleração da gravidade é  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Despreze a resistência do ar.

- a) Quanto tempo o corpo gasta até atingir o solo?  
b) Com que velocidade o corpo atinge o solo?  
c) Qual a altura do corpo 2 segundos após ter sido abandonado?

5) O gato consegue sair ileso de muitas quedas. Suponha que a maior velocidade com a qual ele possa atingir o solo, sem se machucar, seja de 8 m/s. Então, desprezando a resistência do ar, a altura máxima de queda, aproximadamente, em metros, para que o gato nada sofra, será:

- a) 3,0      b) 4,0      c) 6,0      d) 8,0      e) 10,0

6) Da janela de um apartamento, situado no 12º piso de um edifício, uma pessoa abandona uma pequena pedra do repouso. Depois de 2,0 s, essa pedra, em queda livre, passa em frente à janela de um apartamento do 6º piso. Admitindo que os apartamentos possuam mesmas dimensões e que os pontos de visão nas janelas estão numa mesma vertical, à meia altura de cada uma delas, o tempo total gasto pela pedra, entre a janela do 12º piso e a do piso térreo, é aproximadamente:

- a) 8,0 s      b) 4,0 s      c) 3,6 s      d) 3,2 s      e) 2,8 s

7) Uma cachoeira tem uma altura de 320m. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Determine a velocidade da água na base da cachoeira.

8) Conta-se que Isaac Newton estava sentado embaixo de uma macieira quando uma maçã caiu sobre sua cabeça e ele teve, assim, a intuição que o levou a descrever a lei da Gravitação Universal. Considerando que a altura da posição da maçã em relação à cabeça de Newton era de 5,0m, que a aceleração da gravidade local era  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, a velocidade da maçã no instante em que tocou a cabeça do cientista, em km/h, era:

- a) 10      b) 20      c) 15      d) 36      e) 72

9) Em um planeta, isento de atmosfera e onde a aceleração gravitacional em suas proximidades pode ser considerada constante igual a  $5 \text{ m/s}^2$ , um pequeno objeto é abandonado em queda livre de determinada altura, atingindo o solo após 8s. Com essas informações, analise as afirmações:

I. A cada segundo que passa a velocidade do objeto aumenta em 5 m/s durante a queda.

II. A cada segundo que passa, o deslocamento vertical do objeto é igual a 5 metros.

III. A cada segundo que passa, a aceleração do objeto aumenta em  $4 \text{ m/s}^2$  durante a queda.

IV. A velocidade do objeto ao atingir o solo é igual a 40 m/s.

- a) Somente a afirmação I está correta.  
b) Somente as afirmações I e II estão corretas.  
c) Todas estão corretas.  
d) Somente as afirmações I e IV estão corretas.  
e) Somente as afirmações II e III estão corretas.

10) Se um objeto cai, a partir do repouso, em um local onde a aceleração da gravidade tem módulo  $10 \text{ m/s}^2$ , desprezando-se a resistência do ar, podemos afirmar que esse objeto:

I. adquire velocidade escalar constante de 10 m/s;

II. cai 10 metros durante o primeiro segundo;

III. tem velocidade escalar de 20 m/s após 2,0 s;

Está(ão) CORRETA(S):

- a) apenas as afirmações I e II.  
b) apenas a afirmação III.  
c) apenas as afirmações II e III.  
d) apenas a afirmação I.  
e) todas as afirmações.

11) Uma atração que está se tornando muito popular nos parques de diversão consiste em uma plataforma que despenca, a partir do repouso, em queda livre de uma altura de 75m. Quando a plataforma se encontra 30m acima do solo, ela passa a ser freada por uma força constante e atinge o repouso quando chega ao solo.



Dado  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Qual é o valor absoluto da aceleração da plataforma durante a queda livre?  
b) Qual é a velocidade da plataforma quando o freio é acionado?  
c) Qual é o módulo da aceleração necessária para imobilizar a plataforma?

12) Do alto de uma ponte, a 20 m de altura sobre um rio, deixa-se cair uma laranja, a partir do repouso. A laranja cai dentro de uma canoa que desce o rio com velocidade constante de 3,0 m/s. No instante em que a laranja inicia a queda, a canoa deve estar a uma distância máxima da vertical da queda, em metros, igual a:

- a) 9,0.      b) 6,0.      c) 4,5.      d) 3,0.      e) 1,5.

(Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

## Movimentos verticais próximos à Terra

13) Um corpo cai de uma altura igual a 245 m em relação ao solo. Considerando  $g=10\text{m/s}^2$  e supondo ausente a atmosfera, determine:

- a) o tempo de duração da queda;  
b) o módulo da velocidade do corpo imediatamente antes de se chocar com o solo.

Gabarito:

- 1) a) 6s, b) 60m/s; 2) d; 3) 45m e 30 m/s; 4) a) 4s; b) 40m/s, c) 60m; 5) a; 6) e; 7) 80 m/s; 8) d; 9) d; 10) b; 11) a) 10m/s<sup>2</sup>, b) 30 m/s, c) 15m/s<sup>2</sup>; 13) a) 7s, b) 70 m/s.

## Lançamento vertical para baixo

1) Um objeto é arremessado do alto de uma ponte verticalmente para baixo com uma velocidade inicial de 12 m/s. Esse objeto atinge o rio depois de 2 segundos de ser lançado. Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Qual a velocidade do objeto a o atingir a água?  
b) Qual a altura da ponte?

2) Uma bola de tênis, de massa igual a 100 g, é lançada para baixo, de uma altura  $h$ , medida a partir do chão, com uma velocidade inicial de 10 m/s. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e sabendo que a velocidade com que ela bate no chão é de 15 m/s, calcule:

- a) o tempo que a bola leva para atingir o solo;  
b) a altura inicial do lançamento  $h$ .

3) Uma pedra é lançada para baixo verticalmente do alto de um penhasco, com velocidade de 15m/s e da altura de 90 metros. Assinale a alternativa que apresenta o tempo de queda em segundos, que a pedra leva pra atingir o solo plano e horizontal. ( $g = 10\text{m/s}^2$ ).

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

4) Um helicóptero está descendo verticalmente e, quando está a 100 m de altura, um pequeno objeto se solta dele e cai em direção ao solo, levando 4s para atingi-lo. Considerando-se  $g = 10\text{m/s}^2$ , a velocidade de descida do helicóptero, no momento em que o objeto se soltou, vale em km/h:

- a) 25                      b) 144                      c) 108                      d) 18

5) Um corpo é lançado verticalmente para baixo, com uma velocidade inicial de 40 m/s, a partir de uma altura de 165m acima do solo. Considere a aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ . Depois de quanto tempo esse corpo atinge o solo?

6) Do alto de uma ponte, arremessa-se uma pedra com velocidade de 20 m/s. Essa pedra leva 4 segundos para chegar ao solo. Calcule a altura que ela foi arremessada e a velocidade com que ela chega ao solo.

7) Um paraquedista, descendo na vertical, deixou cair sua lanterna quando estava a 80m do solo. A lanterna levou 2 segundos para atingir o solo. Qual era a velocidade do paraquedista, em m/s, quando a lanterna foi solta?

8) De um ponto a 80m do solo um pequeno objeto P é abandonado e cai em direção ao solo. Outro corpo Q, um segundo antes, havia sido atirado para baixo, na mesma vertical, de um ponto a 180m do solo. Adote  $g = 10\text{m/s}^2$  e despreze a ação do ar sobre os corpos. Sabendo-se que eles chegam juntos ao solo, a velocidade com que o corpo Q foi atirado tem módulo, em m/s, de

- a) 100                      b) 95                      c) 50                      d) 20                      e) 11

9) Um objeto é solto do repouso de uma altura de  $H$  no instante  $t = 0$ . Um segundo objeto é arremessado para baixo com uma velocidade vertical de 80 m/s depois de um intervalo de tempo de 4,0 s, após o primeiro objeto. Sabendo que os dois atingem o solo ao mesmo tempo, calcule  $H$  (considere a resistência do ar desprezível e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

10) De um mesmo ponto, do alto de uma torre de 125m de altura abandona-se, do repouso, primeiramente um corpo e 2,0s arremessa-se outro verticalmente para baixo, sabe-se que eles chegam juntos ao solo. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g=10\text{m/s}^2$ , qual aproximadamente a velocidade que o segundo corpo foi arremessado.

11) Uma pedra é solta ( $V_0 = 0$ ) de uma altura de 180 m. Uma segunda pedra é atirada para baixo, da mesma altura, 2 segundos após a primeira ter sido solta, de tal modo que ambas chegam ao solo no mesmo instante. Qual a velocidade de lançamento da segunda pedra, em m/s? Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

12) Na festa grega, enquanto todos gritavam "Ópaaa..." um convidado, seguindo a tradição, arremessa um prato verticalmente para baixo, em direção ao chão, a fim de espatifá-lo. Quando o prato lhe sai da mão, ele já se encontra a 105 cm do chão e sua velocidade é de 2 m/s. Sendo a aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$  e desprezando-se a resistência do ar, a velocidade que terá o prato, no instante imediatamente anterior ao de tocar o chão, é, em m/s,

a) 3.                      b) 4.                      c) 5.                      d) 6.                      e) 7.

Gabarito:

- 1) a) 32m/s, b) 44 m; 2) a) 0,5s, b) 6,25m; 3) c; 4) d; 5) 3 s; 6) 160m e 60m/s; 7) 20m/s; 8) e; 9) 180m; 10) 27m/s; 11) 25 m/s; 12) c.

panosso

## Lançamento vertical para cima

1) Uma pedra é lançada verticalmente para cima, a partir do solo, e depois de 10 s retorna ao ponto de partida. Despreze o efeito do ar e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A velocidade inicial de lançamento da pedra tem módulo igual a:

- a) 20 m/s                      b) 40 m/s                      c) 50 m/s                      d) 80 m/s                      e) 90 m/s

2) Em julho de 2009 comemoramos os 40 anos da primeira viagem tripulada à Lua. Suponha que você é um astronauta e que, chegando à superfície lunar, resolva fazer algumas brincadeiras para testar seus conhecimentos de Física. Considere a aceleração da gravidade na Lua como sendo  $1,6\text{m/s}^2$ .



www.laboratoriodefisica.com.br/GREF

a) Você lança uma pequena bolinha, verticalmente para cima, com velocidade inicial  $v$  igual a 8m/s. Calcule a altura máxima  $h$  atingida pela bolinha, medida a partir da altura do lançamento, e o intervalo de tempo que ela demora para subir e descer, retornando à altura inicial.

b) Na Terra, você havia soltado de uma mesma altura inicial um martelo e uma pena, tendo observado que o martelo alcançava

## Movimentos verticais próximos à Terra

primeiro o solo. Decide então fazer o mesmo experimento na superfície da Lua, imitando o astronauta David Randolph Scott durante a missão Apollo 15, em 1971. O resultado é o mesmo que o observado na Terra? Explique o porquê.

- 3) Após o lançamento, o foguetinho de Miguelito atingiu a vertiginosa altura de 25 cm, medidos a partir do ponto em que o foguetinho atinge sua velocidade máxima. Admitindo o valor  $10 \text{ m/s}^2$  para a aceleração da gravidade, pode-se estimar que a velocidade máxima impelida ao pequeno foguete de 200 g foi, em m/s, aproximadamente,
- a) 0,8.      b) 1,5.      c) 2,2.      d) 3,1.      e) 4,0.



4) Uma pedra é lançada para cima, a partir do solo com uma velocidade inicial de  $50 \text{ m/s}$ . Desprezando a resistência do ar, calcule o tempo total de movimento e a altura máxima atingida.

5) Um corpo é lançado verticalmente para cima, com uma velocidade de  $40 \text{ m/s}$ , num lugar onde o módulo da aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ . Qual a altura máxima atingida e quanto tempo esse corpo demora para voltar ao solo?

6) Uma pulga pode dar saltos verticais de até 130 vezes sua própria altura. Para isto, ela imprime a seu corpo um impulso que resulta numa aceleração ascendente. Qual é a velocidade inicial necessária para a pulga alcançar uma altura de  $0,2 \text{ m}$ ? adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a)  $2 \text{ m/s}$   
 b)  $5 \text{ m/s}$   
 c)  $7 \text{ m/s}$   
 d)  $8 \text{ m/s}$   
 e)  $9 \text{ m/s}$

7) Corrida dos milhões

Prêmio inédito garante uma fortuna a quem desenhar foguetes para turismo espacial e já há candidatos favoritos.

"O GLOBO-Globinho". Domingo, 5 de maio de 2002.

No ano de 2001, o engenheiro militar Pablo De Leon desenhou e construiu o foguete denominado Gauchito, que atingiu a altura máxima de 33 km. Supondo que o foguete tenha sido lançado verticalmente em uma região na qual a aceleração da gravidade seja constante e de  $10 \text{ m/s}^2$ , quanto tempo, aproximadamente, ele gastou até atingir essa altura?

Despreze as forças de atrito.

- a) 75s.      b) 71s.      c) 85s.      d) 81s.      e) 91s.

8) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

- a) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.

b) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

c) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é nula.

d) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.

e) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

9) Um policial dispara seu revólver verticalmente para cima para tentar conter um princípio de tumulto. Sabe-se que a bala deixa a arma com uma velocidade de  $230 \text{ m/s}$ .

a) Qual é o problema do ponto de vista físico em atirar para o alto?

b) Depois de quanto tempo essa bala retorna?

c) Qual a altura máxima que ela atinge?

10) Usando um estilingue, um menino atira atirar uma pedra verticalmente para cima. Ele estima que a altura atingida foi de  $45 \text{ m}$ , qual a velocidade com que essa pedra deixou o estilingue?

11) -Um projétil é disparado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de módulo igual a  $200 \text{ m/s}$ . Desprezando-se a resistência do ar e adotando-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a altura máxima alcançada pelo projétil e o tempo necessário para alcançá-la são, respectivamente:

- a)  $4 \text{ km}$  e  $40 \text{ s}$       b)  $4 \text{ km}$  e  $20 \text{ s}$       c)  $2 \text{ km}$  e  $40 \text{ s}$       d)  $2 \text{ km}$  e  $20 \text{ s}$

12) Uma bola é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial  $25 \text{ m/s}$ . Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Após  $3 \text{ s}$ , ela se encontra a uma altura de:

- a)  $30 \text{ m}$ .      b)  $10 \text{ m}$ .      c)  $20 \text{ m}$ .      d)  $25 \text{ m}$       e)  $75 \text{ m}$

13) Um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do nível do solo, com velocidade escalar inicial de  $30 \text{ m/s}$ . Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, analise as seguintes afirmações a respeito do movimento desse projétil.

I.  $1 \text{ s}$  após o lançamento, o projétil se encontra na posição de altura  $25 \text{ m}$  com relação ao solo.

II.  $3 \text{ s}$  após o lançamento, o projétil atinge a posição de altura máxima.

III.  $5 \text{ s}$  após o lançamento, o projétil se encontra na posição de altura  $20 \text{ m}$  com relação ao solo. Quais estão corretas?

- a) Apenas I.  
 b) Apenas II.  
 c) Apenas III.  
 d) Apenas I e II.  
 e) I, II e III.

14) Da janela de um apartamento, a  $25 \text{ m}$  de altura, uma pedra é lançada verticalmente para cima, com velocidade de  $20 \text{ m/s}$ . Após a ascensão máxima, a pedra cai até a rua, sem resistência do ar. Determine:

a) a altura máxima atingida em relação a rua.

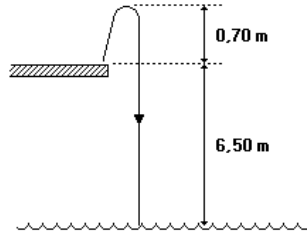
b) o tempo total de movimento?

c) a velocidade com que a pedra chega ao solo.

15) Para deslocar tijolos, é comum vermos em obras de construção civil um operário no solo, lançando tijolos para outro que se encontra postado no piso superior. Considerando o lançamento vertical, a resistência do ar nula, a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e a distância entre a mão do lançador e a do receptor  $3,2 \text{ m}$ , determine a velocidade com que cada tijolo deve ser lançado para que chegue às mãos do receptor com velocidade nula.

## Movimentos verticais próximos à Terra

16) Um atleta salta de um trampolim situado a 6,50 m do nível da água na piscina, subindo 0,70 m acima do mesmo e, a partir dessa posição, desce verticalmente. Desprezando a resistência do ar, determine:



- a velocidade que o atleta salta do trampolim;
  - o tempo total de movimento;
  - a velocidade do atleta ao atingir a superfície da água.
- Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

17) Um balão sobe verticalmente com velocidade igual a 20m/s. Quando sua altura é 60 m em relação ao solo, um saco de areia é abandonado. Desprezando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , adote a orientação da trajetória para cima com origem no solo, determine:

- a altura máxima em relação ao solo atingida pelo saco de areia.
- o tempo gasto pelo saco, após ser solto, para atingir a altura máxima.
- o tempo gasto pelo saco, após ser solto, para atingir o solo.
- a velocidade com que atinge o solo.

18) Da beira de um penhasco é arremessado verticalmente para cima uma pedra com velocidade inicial de 30m/s. Sabe-se que essa pedra cai no vale localizado no fundo do penhasco de pois de 9s. Determine:

- a velocidade com a pedra chega no fundo;
- a altura do penhasco e altura máxima atingida pela pedra.

19) Um balão dirigível sobe verticalmente, com velocidade constante de 90,0 km/h em relação ao solo, e, a uma altura de 80,0 m do chão, um de seus passageiros arremessa um objeto com velocidade vertical e para cima de 18,0 km/h, em relação ao piso do cesto do balão. Em quantos segundos, o objeto chega ao solo?

20) A partir de um ponto a 105 m acima do solo atira-se uma bola verticalmente para cima com velocidade  $v = 20 \text{ m/s}$ . Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, determine o tempo que a bola leva atingir o solo e sua velocidade no momento do impacto.

21) Da janela de um apartamento, uma pedra é lançada verticalmente para cima, com velocidade de 20 m/s. Após a ascensão máxima, a pedra cai até a rua, sem resistência do ar. A relação entre o tempo de subida e o tempo de descida é  $2/3$ . Qual a altura dessa janela, em metros, em relação à rua? ( $g=10\text{m/s}^2$ )

Gabarito:

- 1) c; 2) a) 20m e 10s, b) não, pois na Lua não há atmosfera, assim os objetos não enfrentam resistência do ar, logo vão cair juntos; 3) c; 4) 10s e 125m; 5) 80m e 8 s; 6) a; 7) d; 8) d; 9) b) 46s, c) 2645m; 10) 30m/s; 11) d; 12) a; 13) d; 14) a) 45m, b) 5s; c) - 30 m/s; 15) 8m/s; 16) a) 3,7 m/s, b) 1,57 s, c) 12m/s; 17) a) 80m, b) 2s, c) 6s, d) - 40m/s; 18) a) - 60m/s, b) 135m e 180m; 19) 8 s; 20) 7s e - 50 m/s; 21) 25 m.

panosso