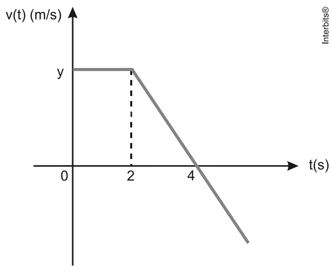
MOVIMENTOS VERTICAIS

1. (UFPR 2015) Um paraquedista salta de um avião e cai livremente por uma distância vertical de 80 m antes de abrir o paraquedas. Quando este se abre, ele passa a sofrer uma desaceleração vertical de 4 m/s^2, chegando ao solo com uma velocidade vertical de módulo 2m/s. Supondo que, ao saltar do avião, a velocidade inicial do paraquedista na vertical era igual a zero e considerando g= $10m/s^2$, determine:

a. O tempo total que o paraquedista permaneceu no ar, desde o salto até atingir o solo.

b. A distância vertical total percorrida pelo paraquedista.

2. (UNIFESP 2012) Em uma manhã de calmaria, um Veículo Lançador de Satélite (VLS) é lançado verticalmente do solo e, após um período de aceleração, ao atingir a altura de 100 m, sua velocidade linear é constante e de módulo igual a 20,0 m/s. Alguns segundos após atingir essa altura, um de seus conjuntos de instrumentos desprende-se e move-se livremente sob ação da força gravitacional. A figura fornece o gráfico da velocidade vertical, em m/s, do conjunto de instrumentos desprendido como função do tempo, em segundos, medido no intervalo entre o momento em que ele atinge a altura de 100 m até o instante em que, ao retornar, toca o solo.

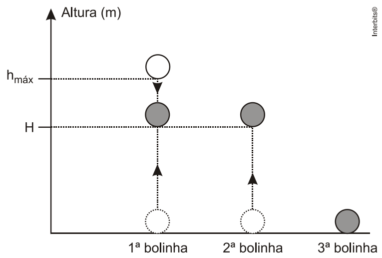


a. Determine a ordenada y do gráfico no instante t = 0 s e a altura em que o conjunto de instrumentos se desprende do VLS.

b. Calcule, através dos dados fornecidos pelo gráfico, a aceleração gravitacional do local e, considerando $\sqrt{2} = 1{,}4$, determine o instante no qual o conjunto de instrumentos toca o solo ao retornar.

3. (UFPE 2011) Uma bola cai em queda livre a partir do repouso. Quando a distância percorrida for h, a velocidade será v1.. Quando a distância percorrida for 16h a velocidade será v2. Calcule a razão $\frac{v_2}{v_1}$.Considere desprezível a resistência do ar.

4. (UNIFESP 2011) Três bolinhas idênticas, são lançadas na vertical, lado a lado e em sequência, a partir do solo horizontal, com a mesma velocidade inicial, de módulo igual a 15 m/s para cima. Um segundo após o lançamento da primeira, a segunda bolinha é lançada. A terceira bolinha é lançada no instante em que a primeira, ao retornar, toca o solo.



Considerando g = 10 m/s^2 e que os efeitos da resistência do ar ao movimento podem ser desprezados, determine

a. a altura máxima (h_{max}) atingida pela primeira bolinha e o instante de lançamento da terceira bolinha.

b. o instante e a altura H, indicada na figura, em que a primeira e a segunda bolinha se cruzam.

5. (UFSCAR 2010) 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.

www.laboratoriodefisica.com.br/GREF

a. Você lança uma pequena bolinha, verticalmente para cima, com velocidade inicial v0 igual a 8 m/s Calcule a altura máxima h atingida pela bolinha, medida a partir da altura do lançamento, e o intervalo de tempo Δt 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 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.

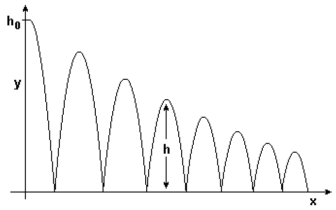
Dados:

- Considere a aceleração da gravidade na Lua como sendo 1,6 m/s^2.

- Nos seus cálculos mantenha somente 1 (uma) casa após a vírgula.

6. (UNESP 2009) O buriti é uma palmeira alta, comum no Brasil central e no sul da planície amazônica. Para avaliar a altura de uma dessas palmeiras, um pesquisador provoca a queda de alguns de seus frutos e cronometra o tempo em que ela ocorre, obtendo valores compreendidos entre 1,9 s e 2,1 s. Desprezando a resistência do ar exercida sobre os frutos em queda, determine as alturas máxima e mínima de onde eles caíram. Adote g= 10 m/s^2.

7. (UNESP 2008) Em recente investigação, verificou-se que uma pequena gota de água possui propriedades elásticas, como se fosse uma partícula sólida. Em uma experiência, abandona-se uma gota de uma altura h0, com uma pequena velocidade horizontal. Sua trajetória é apresentada na figura.



Na interação com o solo, a gota não se desmancha e o coeficiente de restituição, definido como f, é dado pela razão entre as componentes verticais das velocidades de saída e de chegada da gota em uma colisão com o solo.

Calcule a altura h atingida pela gota após a sua terceira colisão com o solo, em termos de h0 e do coeficiente f. Considere que a componente horizontal da velocidade permaneça constante e não interfira no resultado.

8. (UFPR 2006) Considerando a situação em que um garoto joga um objeto verticalmente para cima:

a. Faça uma análise qualitativa, explicando, com base nos conceitos da mecânica, o movimento do objeto para os diferentes instantes de tempo.

b. Quais hipóteses simplificadoras poderiam ser consideradas numa análise quantitativa do problema? Explique.

c. Quais condições iniciais poderiam ser alteradas de modo a produzir diferentes resultados para o movimento? Justifique.

9. (PUCRJ 2006) Um jogador de futebol chuta uma bola, que está no chão, verticalmente para cima com uma velocidade de 20 m/s. O jogador, imediatamente após chutar a bola, sai correndo para frente com uma velocidade de 8 m/s. Considere g = 10 m/s^2.

a. Calcule o tempo de voo da bola até voltar a bater no chão.

b. Calcule a distância percorrida pelo jogador, na horizontal, até a bola bater no chão novamente.

c. Calcule qual seria a distância percorrida pelo jogador se o mesmo tivesse partido do ponto inicial (onde ele chutou a bola) com velocidade inicial nula e aceleração de 2,0 m/s^2, ao invés de ter uma velocidade constante de 8 m/s.

10. (PUCRJ 2006) Um objeto em repouso é largado do alto de um prédio de altura H, e leva um intervalo de tempo T para chegar ao chão (despreze a resistência do ar e considere que g = 10,0 m/s^2). O mesmo objeto largado de H/4 chega no chão em um intervalo de tempo de (T - 3,0 s), ou seja, 3,0 segundos a menos que o objeto largado do alto.

a. Calcule o valor de T. Se preferir, você pode comparar as equações para o objeto cair de H e para cair de H/4.

b. Calcule a altura H.

11. (PUCRJ 2006) Uma pedra é largada do alto de um prédio. Sua altura em relação ao solo t segundos após ser largada é de $180 - 5t^2$ metros.

a. Qual a altura do prédio?

b. Quando a pedra atinge o solo?

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

SE NECESSÁRIO, ADOTE $g = 10 \text{ m/s}^2$.

12. (CFTCE 2006) 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?

13. (ITA 2005) Suponha que na Lua, cujo raio é R, exista uma cratera de profundidade R/100, do fundo da qual um projétil é lançado verticalmente para cima com velocidade inicial v igual à de escape. Determine literalmente a altura máxima alcançada pelo projétil, caso ele fosse lançado da superfície da Lua com aquela mesma velocidade inicial v.

14. (UNESP 2005) Um balão se desloca horizontalmente, a 80,0 m do solo, com velocidade constante de 6,0 m/s. Quando passa exatamente sobre um jovem parado no solo, um saquinho de areia é abandonado do balão. Desprezando qualquer atrito do saquinho com o ar e considerando $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, calcule

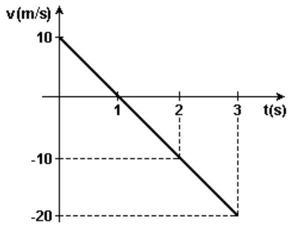
a. o tempo gasto pelo saquinho para atingir o solo, considerado plano.

b. a distância entre o jovem e o ponto onde o saquinho atinge o solo.

15. (CFTCE 2005) Um elevador de bagagens sobe com velocidade constante de 5m/s. Uma lâmpada se desprende do teto do elevador e cai livremente até o piso do mesmo. A aceleração local da gravidade é de 10m/s^2. O tempo de queda da lâmpada é de 0,5s. Determine a altura aproximada do elevador.

16. (UFPE 2005) Uma pedra é lançada para cima, a partir do topo de um edifício de 60 m com velocidade inicial de 20 m/s. Desprezando a resistência do ar, calcule a velocidade da pedra ao atingir o solo, em m/s.

17. (UFRJ 2004) De um ponto localizado a uma altura h do solo, lança-se uma pedra verticalmente para cima. A figura a seguir representa, em gráfico cartesiano, como a velocidade escalar da pedra varia, em função do tempo, entre o instante do lançamento (t = 0) e o instante em que chega ao solo (t = 3s).



a. Em que instante a pedra retoma ao ponto de partida? Justifique sua resposta.

b. Calcule de que altura h a pedra foi lançada.

18. (UFRRJ 2004) Numa determinada estação orbital, deseja-se determinar a aceleração gravitacional local. Com esta finalidade, deixa-se cair um corpo ao longo de uma trena, e são anotadas as posições e os respectivos instantes de tempo. No momento em que o cronômetro mostrava t_1=0s, o corpo encontrava-se na posição x_1=0cm; no momento t_2=1s, o corpo encontrava-se na posição x_2=8cm; e no momento t_3=4s, na posição x_3=200cm.

Considere que o corpo cai com aceleração constante.

Nessas condições, determine o valor da aceleração.

19. (UFRJ 2001) Um paraquedista radical pretende atingir a velocidade do som. Para isto seu plano é saltar de um balão estacionário na alta atmosfera, equipado com roupas pressurizadas. Como nessa altitude o ar é muito rarefeito, a força de resistência do ar é desprezível. Suponha que a velocidade inicial do paraquedista em relação ao balão seja nula e que a aceleração da gravidade seja igual a 10m/s^2. A velocidade do som nessa altitude é 300m/s. Calcule:

a. em quanto tempo ele atinge a velocidade do som;

b. a distância percorrida nesse intervalo de tempo.

20. (UERJ 2001) Um malabarista consegue manter cinco bolas em movimento, arremessando-as para cima, uma de cada vez, a intervalos de tempo regulares, de modo que todas saem da mão esquerda, alcançam uma mesma altura, igual a 2,5m, e chegam à mão direita.

Desprezando a distância entre as mãos, determine o tempo necessário para uma bola sair de uma das mãos do malabarista e chegar à outra, conforme o descrito acima.

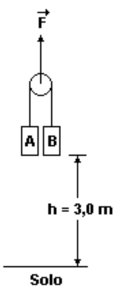
21. (UNICAMP 2001) Uma atração que está se tornando muito popular nos parques de diversão consiste em uma plataforma que despenca, a partir do repouso, em queda livre de uma altura de 75m. Quando a plataforma se encontra 30m acima do solo, ela passa a ser freada por uma força constante e atinge o repouso quando chega ao solo.

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 valor da aceleração necessária para imobilizar a plataforma?

22. (UNIRIO 2000) Dois corpos A e B, de mesma massa, estão interligados por um fio inextensível e de massa desprezível. Este fio passa através de uma polia ideal de massa também desprezível. Em função da aplicação de uma força vertical F, o sistema possui movimento ascendente com velocidade constante e igual a 2,0m/s. Quando os corpos encontram-se a 3,0m do solo, o fio arrebenta de tal forma que eles permanecem movendo-se na direção vertical. A figura representa o instante imediatamente anterior ao rompimento do fio.



Despreze os atritos e determine:

a. a velocidade dos corpos num instante imediatamente anterior ao choque destes com o solo;

b. o tempo necessário para que os corpos toquem o solo, a partir do instante em que a corda arrebenta.

23. (UEM 2016) Uma bolinha é atirada para o alto a partir do chão e fica quicando, realizando movimentos de subir e descer. Suponha que a velocidade da bola ao ser lançada seja de 4 m/s, e que a cada vez que toca o chão ela perca 2% de sua energia mecânica. Desprezando a resistência do ar, assinale o que for correto. Considere g= 9,8 m/s^2.

01. A altura máxima atingida pela bola após quicar pela primeira vez é 80 cm.

02. A velocidade escalar da bola ao tocar o chão na primeira vez é, em módulo, menor do que 4 m/s.

04. A velocidade escalar da bola no instante logo após quicar pela segunda vez é, em módulo, 3,92 m/s.

08. A sequência dada pela altura máxima atingida pela bola após cada vez que toca o chão é uma progressão geométrica.

16. A distância total percorrida pela bola é 40 metros.

24. (UEPG 2016) Um objeto com uma massa de 1 kg (objeto 1) é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, com uma velocidade de 10 m/s. Simultaneamente, um outro objeto, com uma massa de 2 kg (objeto 2), é solto a partir do repouso de uma altura de 10 m em relação ao solo. Desprezando o atrito com o ar e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 assinale o que for correto.

01. Os movimentos dos objetos 1 e 2 são uniformemente variados.

02. Os objetos atingem o solo no mesmo instante.

04. Enquanto o objeto 1 estiver subindo, seu movimento é retardado.

08. O movimento do objeto 2 é acelerado.

16. Os dois objetos irão se cruzar na altura de 5 m.

25. (UEM 2016) Uma bola é arremessada, desde o solo, verticalmente para cima, com uma velocidade inicial de 25 m/s. Desconsidere a resistência do ar e assuma g= 10 m/s^2. Assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

01. A altura máxima alcançada pela bola é de 33 m. Nesta posição a velocidade da bola é de 3 m/s.

02. O tempo necessário para que a bola atinja a altura máxima é de 2,5 s.

04. Depois de alcançar a altura máxima, a bola demora mais 4s para atingir o solo.

08. O módulo da velocidade da bola quando esta retorna ao solo é de 25 m/s.

16. A energia cinética da bola no ponto mais alto da trajetória é máxima e a energia potencial é mínima.

ANOTAÇÕES

GABARITO

1.

a. Tempo total do salto até atingir o solo: t= $t_1 + t_2$

No primeiro momento, na queda livre do paraquedista.

$$\Delta S_1 = v_o \cdot t + \frac{a \cdot t_1^2}{2}$$
$$80 = \frac{10 \cdot t_1^2}{2}$$
$$t_1^2 = 16$$
$$t_1 = 4\,s$$

Encontrando a velocidade no final do primeiro momento,

$$v_1 = v_o + a \cdot t_1$$
$$v_1 = 10 \cdot 4$$
$$v_1 = 40\,m/s$$

Assim, achando o tempo do segundo momento, temos que:

$$v_2 = v_1 + a \cdot t_2$$
$$2 = 40 - 4 \cdot t_2$$
$$t_2 = 9{,}5\,s$$

Por fim, o tempo total será:

$$t = t_1 + t_2 = 4 + 9{,}5$$
$$t = 13{,}5\,s$$

b. A distância total percorrida: $\Delta S_t = \Delta S_1 + \Delta S_2$

A distância percorrida no primeiro momento foi dada no enunciado 80 m). Para o segundo momento, temos que:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S_2$$
$$2^2 = 40^2 + 2 \cdot (-4) \cdot \Delta S_2$$
$$\Delta S_2 = \frac{40^2 - 2^2}{8}$$
$$\Delta S_2 = 199{,}5\,m$$

Logo,

$$\Delta S_t = 80 + 199{,}5$$
$$\Delta S_t = 279{,}5\,m$$

2.

a. O enunciado afirma que após atingir a altura de 100 m a velocidade torna-se constante e igual a 20 m/s. Ora, de 0 a 2 s, a ordenada y mantém-se constante. Então: $y = v_0 = 20\ m/s.$

O conjunto de instrumentos desprende-se do VLS no instante que sua velocidade começa a diminuir, quando ele fica apenas sujeito à ação da gravidade, isto é, em t = 2 s. Calculando a área sob a linha do gráfico, encontramos a altura percorrida de 0 a 2 s. Então, a altura h em que o ocorre o desprendimento é: $h = 100 + 20(2) \ \Rightarrow \ h = 140\ m.$

A aceleração gravitacional do local é igual ao módulo da aceleração escalar do movimento do conjunto de instrumentos após o desprendimento.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-20}{4-2} = -10\ m/s^2 \ \Rightarrow \ g = |a| = 10\ m/s^2.$$

b. A altura máxima (H) atingida pelo conjunto ocorre no instante t = 4 s, instante em que a velocidade se anula. Calculando a área sob a linha do gráfico de 2 s a 4 s, obtemos a altura percorrida (Δh) durante a subida livre.

$$H = h + \Delta h = 140 + \frac{20(2)}{2} \ \Rightarrow \ H = 160\ m.$$

A partir dessa altura, o conjunto entra em queda livre. Então:

$$H = \frac{1}{2} g\ t_{queda}^2 \ \Rightarrow \ 160 = 5\ t_{queda}^2 \ \Rightarrow \ t_{queda} = \sqrt{32} = 4\sqrt{2} \ \Rightarrow \ t_{queda} = 5{,}6\ s.$$

Como a queda livre iniciou-se no instante t = 4 s, o instante t em que o conjunto de instrumentos toca o solo é: $t = 4 + t_{queda} = 4 + 5{,}6 \ \Rightarrow \ t = 9{,}6\ s.$

3. A queda livre é um MUV. Vale então a equação de Torricelli.

$$V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta S \rightarrow \begin{cases} v_1^2 = 2gh \\ v_2^2 = 2g.16h \end{cases} \rightarrow \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{2gh}{2g.16h} = \frac{1}{16} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 4$$

4. Dados: v_0 = 15 m/s; a = –g = –10 m/s².

a. Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2\ a\ \Delta S \ \Rightarrow \ v^2 = v_0^2 - 2\ g\ h.$$

No ponto mais alto, a velocidade se anula e a altura é igual à altura máxima.

$$0^2 = 15^2 - 20\ h_{máx} \ \Rightarrow \ h_{máx} = \frac{225}{20} \ \Rightarrow$$

$h_{máx}$ = 11,25 m.

O instante de lançamento da terceira bolinha (t_3) é o instante em que a primeira bolinha atinge o solo, tempo total dessa bolinha. Calculemos esse tempo (t_T).

Da função horária da velocidade:

$$v = v_0 - g\ t \ \Rightarrow \ v = 15 - 10\ t$$

No ponto mais alto a velocidade se anula e o tempo é tempo de subida (t_{sub}). Então:

$$0 = 15 - 10\ t_{sub} \ \Rightarrow \ t_{sub} = 1{,}5\ s.$$

O tempo total é o dobro do tempo de subida. Assim:

$$t_3 = t_T = 2(t_{sub}) = 2(1{,}5) \ \Rightarrow \ t_3 = 3\ s.$$

b. Como a segunda bolinha é lançada 1 s depois, seu tempo de movimento é (t –1). Assim, da equação horária do espaço, as equações das alturas para as duas bolinhas são:

$$\begin{cases} h_1 = v_0 t - \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow h_1 = 15\ t - 5\ t^2 \ \ \textbf{(I)} \\ h_2 = v_0(t-1) - \frac{g}{2}(t-1)^2 \Rightarrow h_2 = 15(t-1) - 5(t-1)^2 \Rightarrow \\ h_2 = 25\ t - 5\ t^2 - 20 \ \ \textbf{(II)} \end{cases}$$

Igualando (I) e (II):

$15\ t - 5\ t^2 = 25\ t - 5\ t^2 - 20 \Rightarrow 10\ t = 20 \Rightarrow t = 2$ s.

Substituindo esse valor em I e II:

$$\left.\begin{cases} h_1 = 15(2) - 5(2)^2 = 30 - 20 \Rightarrow h_1 = 10 \text{ m} \\ h_2 = 15(2-1) - 5(2-1)^2 = 15 - 5 \Rightarrow h_2 = 10 \text{ m} \end{cases}\right\rangle \Rightarrow H = 10 \text{ m}.$$

5. Dados: $g = 1{,}6\ m/s^2;\ v_0 = 8\ m/s$.

a. Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2\ a\ \Delta S$$

No ponto mais alto: v= 0 e ΔS= h. Então:

$$0^2 = v_0^2 - 2\,g\,h \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2\,g} = \frac{8^2}{2\,(1{,}6)} = \frac{64}{3{,}2} = 20\text{ m} \Rightarrow h = 2{,}0 \times 10^1 \text{ m}.$$

Para calcular o tempo total (Δt), calculemos primeiramente o tempo de subida (ts).

$$v = v_0 - g\,t.$$

No ponto mais alto: v= 0 e t= ts. Substituindo:

$$0 = v_0 - g\,t_s \Rightarrow t_s = \frac{v_0}{g} = \frac{8}{1{,}6} \Rightarrow t_s = 5\text{ s}.$$

Como o tempo subida é igual ao de descida, vem:

$$\Delta t = 5 + 5 \Rightarrow \Delta t = 10\text{ s} = 1{,}0 \times 10^1\text{ s}.$$

b. Na Terra, a pena chega depois porque o efeito da resistência do ar sobre ela é mais significativo que sobre o martelo. Porém, a Lua é praticamente desprovida de atmosfera, e não havendo forças resistivas significativas, o martelo e a pena caem com a mesma aceleração, atingindo o solo lunar ao mesmo tempo, como demonstrou David Randolph Scott em seu experimento.

6. $h = \frac{1}{2} g\ t^2 = 5\ t^2 \begin{cases} h_{mín} = 5(1{,}9)^2 \cong 18\text{ m}; \\ h_{máx} = 5(2{,}1)^2 \cong 22\text{ m}. \end{cases}$

7. $f^6\ h_0$

8.

a. Movimento retardado ascendente e movimento acelerado descendente, ambos devido à ação única da gravidade, na direção vertical e sentido para baixo.

b. O desprezo da influência do ar e das dimensões do objeto em relação à Terra.

c. A velocidade de lançamento e o ângulo de lançamento alterando, entre outros, a altura atingida pelo objeto.

9.

a. O tempo total de voo corresponde ao dobro do tempo para a bola subir até o ponto máximo de sua trajetória. Neste ponto, sua velocidade é nula e portanto T(1/2) = v(inicial)/g = 20/10 = 2s. Assim, o tempo total de voo da bola será t(voo) = 2 T(1/2) = 2 × 2 = 4s.

b. A distância total percorrida pelo jogador será (8 m/s) × (4 s) = 32 m.

c. Neste caso, a distância total percorrida pelo jogador será d = 1/2 a t(voo)^2 = (1/2) × 2 × (4)^2 = 16 m.

10.

a. 6,0 s.

b. 180 m.

11.

a. A altura do prédio é dada pela função em t = 0, ou seja, 180 metros.

b. A pedra atinge o solo quando 180 - 5t^2 = 0, isto é, 5t^2 = 180 ==> t^2 = 180/5 = 36, de onde vem que t = 6 s.

12. Considerando apenas a subida

v = v0 - g.t ==> 0 = 20 - 10.t ==> t = 2 s

Como a relação entre o tempo de subida e o de descida é 2/3 conclui-se que o tempo de descida é de 3 s, e portanto, o tempo total de voo da pedra é de 5 s.

Assim:

$S = S_0 + v_0.t - (g/2).t^2$

$0 = h + 20.(5) - 5.(5)^2$

0 = h - 100 - 125 ==> h = 25 m

13. Estando na superfície com uma velocidade de escape do fundo da cratera o projétil escapará da atração gravitacional lunar, e desta forma, a altura atingida será infinita.

14.

a. 4,0s

b. 24,0m

15.

S = 5.t = 5.0,5 = 2,5 m

$S = h + 5.t - 5.t^2$

$2,5 = h + 5.0,5 - 5.(0,5)^2$

$2,5 = h + 2,5 - 1,25 \Longrightarrow h = 1,25$ m

16. 40 m/s.

17.

a. 2 s. Pelo diagrama a partícula precisa de 1 s para atingir a altura máxima (v = 0). Será necessário mais 1 s para pedra retornar ao ponto de partida.

b. 15 m

18. 16,8 cm/s^2

19.

a. 30s

b. 4,5 km

20. Tempo de descida:

$$\Delta S = \frac{1}{2}.a.t^2$$

$$2,5 = \frac{1}{2}.10.t^2 \Rightarrow t^2 = 0,5 \Rightarrow t = \sqrt{0,5}s = \frac{\sqrt{2}}{2}s$$

$$T = \sqrt{2}s$$

21.

a. 10 m/s^2

b. 30 m/s

c. a' = - 15 m/s^2

| a' |= 15 m/s^2

22.

a. v = 8,0 m/s

b. Tempo total = 1,0s

23. 01 + 04 + 08 = 13.

[01] Verdadeiro.

$$V = V_0 - g\Delta t$$
$$0 = 4 - 9,8\Delta t$$
$$\Delta t = 0,408 \text{ s}$$

$$H = H_0 + V_0\Delta t + \frac{1}{2}g\Delta t^2$$
$$H = 0 + 0 + \frac{1}{2}g\Delta t^2$$
$$H = \frac{1}{2}g\Delta t^2$$
$$H = \frac{1}{2}g\Delta t^2$$
$$H = 0,816 \text{ m}$$
$$H \cong 80 \text{ cm}$$

[02] Falso. Ela foi lançada com velocidade de 4 m/s, teve a aceleração da gravidade, acelerando ela, logo a velocidade será maior que 4 m/s.

[04] Verdadeiro.

$$2\% \text{ de } 4 = 0,08$$
$$4 - 0,08 = 3,92$$
$$V = 3,92 \text{ m/s}$$

[08] Verdadeiro.

[16] Falso. A bola chega a uma altura máxima de 80 cm e cada vez que ela bate ao solo ela perde 2% de sua energia mecânica e consequentemente uma parte de sua altura. Considerando que essa perda seja apenas em energia potencial gravitacional, ela irá perder 2% de sua altura a cada quique. Fazendo uma progressão, utilizando os conceitos da matemática é possível chegar em um valor matemático, mas este não será 40 metros.

24. 01 + 04 + 08 + 16 = 29.

[01] Correta. Ambos os movimentos são uniformemente variados com a aceleração da gravidade.

[02] Incorreta. O objeto 1 sobe em 1 s e desce no mesmo tempo, totalizando 2 s de voo. O objeto 2 leva 1,42 s para atingir o solo.

[04] Correta. O retardo no movimento é dado pela aceleração da gravidade em sentido contrário ao movimento de subida.

[08] Correta. O objeto 2 somente cai ao sabor da gravidade, portanto é acelerado desde seu lançamento.

[16] Correta. Em 1 s ambos os objetos estão se cruzando a 5 m do solo,

$$h_1 = 10t - 5t^2 \Rightarrow h_1(1\text{ s}) = 10 \cdot 1 - 5 \cdot 1^2 \therefore h_1(1\text{ s}) = 5\text{ m}$$
$$h_2 = 10 - 5t^2 \Rightarrow h_2(1\text{ s}) = 10 - 5 \cdot 1^2 \therefore h_2(1\text{ s}) = 5\text{ m}$$

25. 02 + 08 = 10.

[01] Falso. Em um lançamento vertical, quando a bola atingir a altura máxima a velocidade final será nula. Sempre.

[02] Verdadeiro.

$$V = V_0 + at$$
$$0 = 25 - 10t$$
$$t = 2,5 \text{ s}$$

[04] Falso. Após alcançar a altura máxima a bola demora o mesmo tempo para descer. Logo, irá demorar 2,5 segundos.

[08] Verdadeiro. Como a resistência do ar é desprezada a afirmação é verdadeira.

[16] Falso. A energia cinética da bola no ponto mais alto da trajetória é mínima e a energia potencial máxima.