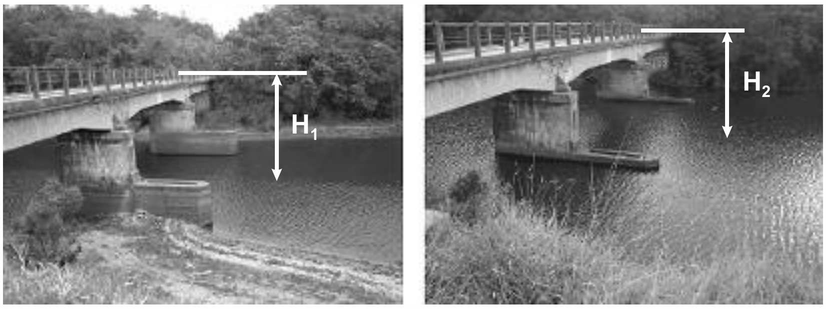
1. Na formação escolar é comum tratarmos de problemas ideais, como lançamentos verticais de objetos nos quais se despreza a resistência do ar. Mas podemos também abordar um problema destes sem esta simplificação.
Um objeto é lançado verticalmente pra cima, a partir do solo, com velocidade $20\,m/s$. Na subida este objeto sofre uma perda de 15% em sua energia mecânica devido às forças dissipativas.
Adotando-se $g = 10\,m/s^2$, a altura máxima que será atingida por este objeto em relação ao solo será, em metros, de:
a) 17.
b) 10.
c) 25.
d) 8.
e) 150.

2. No período de estiagem, uma pequena pedra foi abandonada, a partir do repouso, do alto de uma ponte sobre uma represa e verificou-se que demorou $2{,}0\,s$ para atingir a superfície da água. Após um período de chuvas, outra pedra idêntica foi abandonada do mesmo local, também a partir do repouso e, desta vez, a pedra demorou $1{,}6\,s$ para atingir a superfície da água.



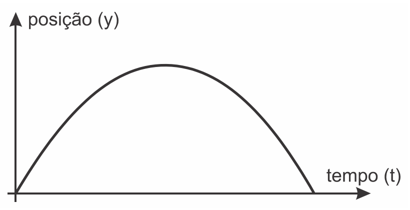
(www.folharibeiraopires.com.br. Adaptado.)

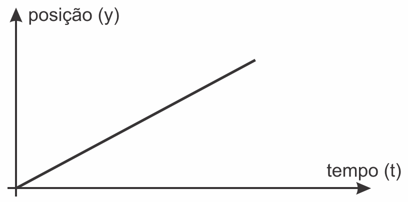
Considerando a aceleração gravitacional igual a $10\,m/s^2$ e desprezando a existência de correntes de ar e a sua resistência, é correto afirmar que, entre as duas medidas, o nível da água da represa elevou-se:
a) $5{,}4\,m$.
b) $7{,}2\,m$.
c) $1{,}2\,m$.
d) $0{,}8\,m$.
e) $4{,}6\,m$.

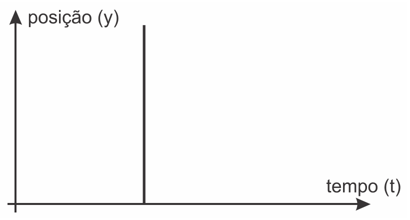
3. A partir do solo, uma bola é lançada verticalmente com velocidade v e atinge uma altura máxima h. Se a velocidade de lançamento for aumentada em $3v$, a nova altura máxima final atingida pela bola será:
a) $2h$
b) $4h$
c) $8h$
d) $9h$
e) $16h$

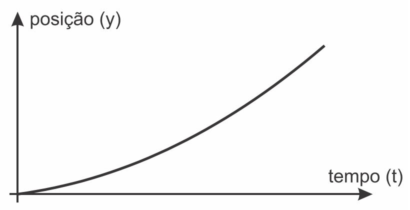
4. Num parque da cidade, uma criança lança uma bola verticalmente para cima, percebendo a sua trajetória de subida e descida e, depois, recebe-a em suas mãos.
O lançamento dessa bola poderá ser representado pelo gráfico posição (y) versus tempo (t), em que a origem dos eixos coincide com as mãos da criança.

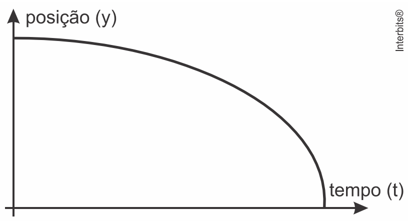
Ao considerar a posição (y) da bola em função do tempo (t), assinale o gráfico que descreve corretamente o seu movimento a partir das mãos da criança.

a)


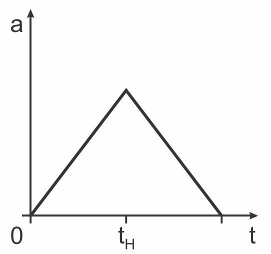
b)


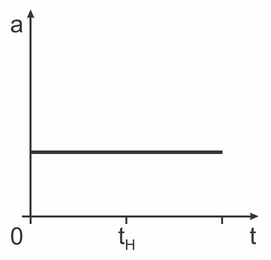
c)


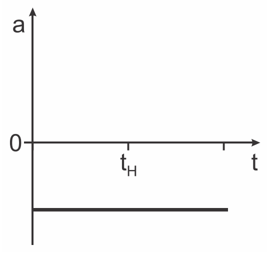
d)


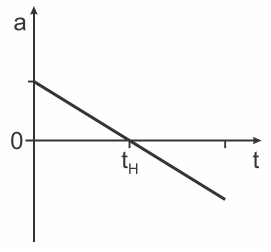
e)


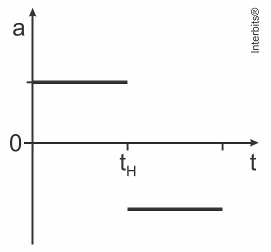
5. Considere que uma pedra é lançada verticalmente para cima e atinge uma altura máxima H. Despreze a resistência do ar e considere um referencial com origem no solo e sentido positivo do eixo vertical orientado para cima.
Assinale o gráfico que melhor representa o valor da aceleração sofrida pela pedra, desde o lançamento até o retorno ao ponto de partida.

a)


b) 

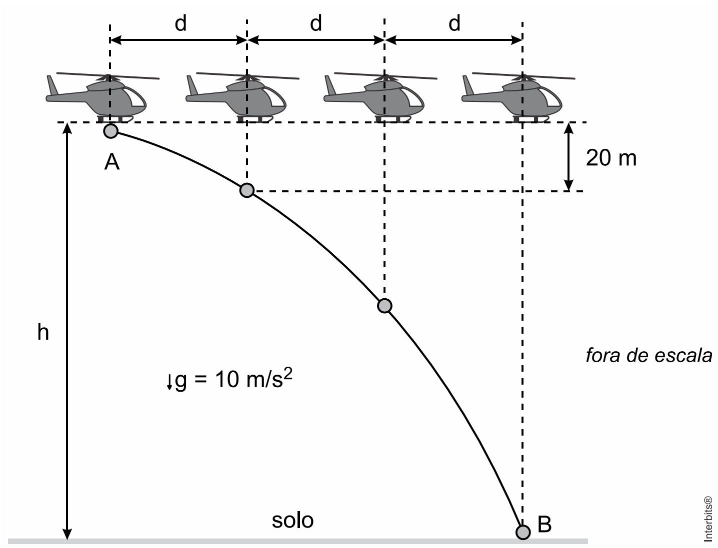
c) 

d) 

e) 

6. Considere um pêndulo, construído com um fio inextensível e uma massa puntiforme, que oscila em um plano vertical sob a ação da gravidade ao longo de um arco de círculo. Suponha que a massa se desprenda do fio no ponto mais alto de sua trajetória durante a oscilação. Assim, após o desprendimento, a massa descreverá uma trajetória:
a) vertical.
b) horizontal.
c) parabólica.
d) reta e tangente à trajetória.

7. Um helicóptero sobrevoa horizontalmente o solo com velocidade constante e, no ponto A, abandona um objeto de dimensões desprezíveis que, a partir desse instante, cai sob ação exclusiva da força peso e toca o solo plano e horizontal no ponto B. Na figura, o helicóptero e o objeto são representados em quatro instantes diferentes.



Considerando as informações fornecidas, é correto afirmar que a altura h de sobrevoo desse helicóptero é igual a:

a) 200 m.

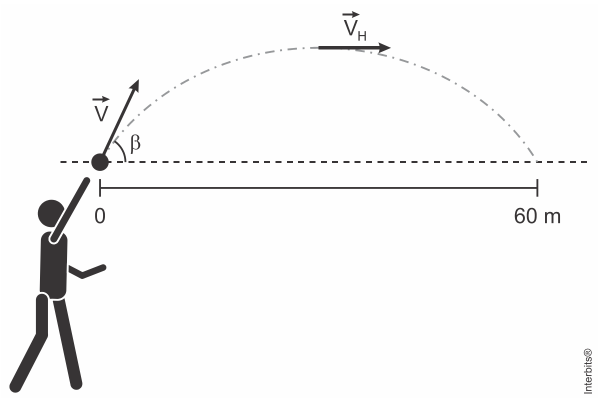
b) 220 m.

c) 240 m.

d) 160 m.

e) 180 m.

8. Em um jogo de futebol, o goleiro, para aproveitar um contra-ataque, arremessa a bola no sentido do campo adversário. Ela percorre, então, uma trajetória parabólica, conforme representado na figura, em 4 segundos.



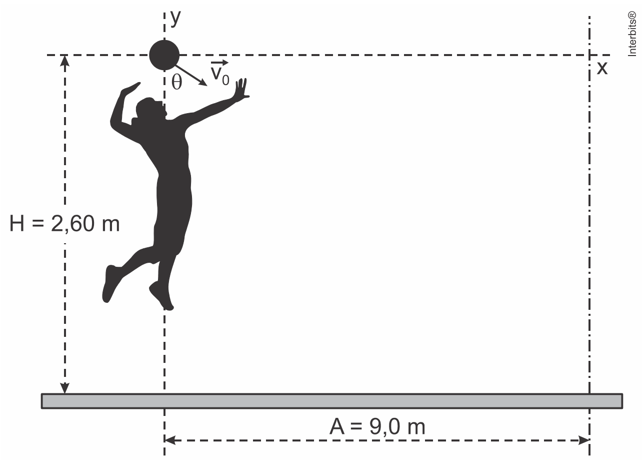
Desprezando a resistência do ar e com base nas informações apresentadas, podemos concluir que os módulos da velocidade $\vec{V}$, de lançamento, e da velocidade $\vec{V}_H$, na altura máxima, são, em metros por segundos, iguais a, respectivamente:

Dados: $\text{sen}\beta = 0{,}8;$ $\cos\beta = 0{,}6.$

a) 15 e 25.
b) 15 e 50.
c) 25 e 15.
d) 25 e 25.
e) 25 e 50.

9. Uma jogadora de vôlei rebate uma bola na linha da rede, a uma altura de $2{,}60\text{ m}$, com

módulo da velocidade inicial V_0, formando ângulo θ com a direção vertical, num local onde a gravidade vale $10,0\ m/s^2$.



A distância máxima da rede à linha de fundo é de $9,0\ m$. Considerando que a bola leva $0,2\ s$ para atingir esta marca e que a resistência do ar é desprezível, pode-se afirmar que o módulo das componentes iniciais $(v_{0x}$ e $v_{0y})$ da velocidade da bola, em m/s, são respectivamente:

a) $45,0$ e $12,0$
b) $0,4$ e $0,2$
c) $2,6$ e $2,4$
d) $9,0$ e $3,0$
e) $10,0$ e $5,0$

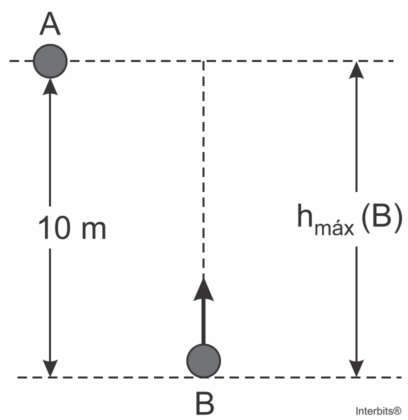
10. Um míssil AX100 é lançado obliquamente, com velocidade de $800\ m/s$, formando um ângulo de $30,0°$ com a direção horizontal. No mesmo instante, de um ponto situado a $12,0\ km$ do ponto de lançamento do míssil, no mesmo plano horizontal, é lançado um projétil caça míssil, verticalmente para cima, com o objetivo de interceptar o míssil AX100. A velocidade inicial de lançamento do projétil caça míssil, para ocorrer a interceptação desejada, é de:
a) $960\ m/s$
b) $480\ m/s$
c) $400\ m/s$
d) $500\ m/s$
e) $900\ m/s$

11. Uma bola é lançada com velocidade horizontal de $2,5\ m/s$ do alto de um edifício e alcança o solo a $5,0\ m$ da base do mesmo. Despreze efeitos de resistência do ar e indique, em metros, a altura do edifício. Considere: $g = 10\ m/s^2$
a) 10
b) 2,0
c) 7,5
d) 20
e) 12,5

12. Vários corpos idênticos são abandonados de uma altura de $7,20\ m$ em relação ao solo, em intervalos de tempos iguais. Quando o primeiro corpo atingir o solo, o quinto corpo inicia seu movimento de queda livre. Desprezando a resistência do ar e adotando a aceleração da gravidade $g = 10,0\ m/s^2$, a velocidade do segundo corpo nessas condições é:

a) $10{,}0\ m/s$
b) $6{,}0\ m/s$
c) $3{,}0\ m/s$
d) $9{,}0\ m/s$
e) $12{,}0\ m/s$

13. Um corpo A é abandonado de um ponto situado a 10 metros acima do solo. No mesmo instante, um corpo B é lançado verticalmente de baixo para cima com velocidade v_0 suficiente para que possa atingir 10 metros de altura.



Desprezando a resistência do ar, chamando respectivamente v_A e v_B as velocidades de A e B quando se encontram a 5 metros de altura, o valor da razão v_A/v_B, em módulo é:
a) 4
b) 2
c) 1
d) $1/2$

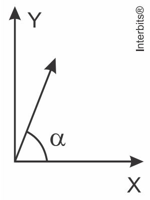
14. O Brasil, em 2014, sediou o Campeonato Mundial de Balonismo. Mais de 20 equipes de diferentes nacionalidades coloriram, com seus balões de ar quente, o céu de Rio Claro, no interior de São Paulo. Desse feito, um professor de Física propôs a um estudante de ensino médio a seguinte questão: considere um balão deslocando-se horizontalmente, a $80\ m$ do solo, com velocidade constante de $6\ m/s$. Quando ele passa exatamente sobre uma pessoa parada no solo, deixa cair um objeto que estava fixo em seu cesto. Desprezando qualquer atrito do objeto com o ar e considerando $g = 10\ m/s^2$, qual será o tempo gasto pelo objeto para atingir o solo, considerado plano? A resposta correta para a questão proposta ao estudante é:
a) 2 segundos.
b) 3 segundos.
c) 4 segundos.
d) 5 segundos.
e) 6 segundos.

15. O edifício mais alto do Brasil ainda é o Mirante do Vale com 51 andares e uma altura de 170 metros. Se gotas de água caíssem em queda livre do último andar desse edifício, elas chegariam ao solo com uma velocidade de aproximadamente $200\ km/h$ e poderiam causar danos a objetos e pessoas. Por outro lado, gotas de chuva caem de alturas muito maiores e atingem o solo sem ferir as pessoas ou danificar objetos. Isso ocorre porque:
a) quando caem das nuvens, as gotas de água se dividem em partículas de massas desprezíveis.
b) embora atinjam o solo com velocidades muito altas, as gotas não causam danos por serem líquidas.

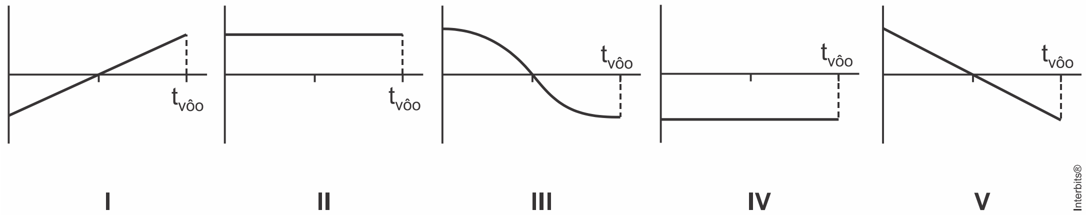
c) as gotas de água chegam ao solo com baixas velocidades, pois não caem em queda livre devido ao atrito com o ar.
d) as gotas de água têm massas muito pequenas e a aceleração da gravidade praticamente não afeta seus movimentos verticais.

16. Dois corpos A e B de massas $m_A = 1,0\text{ kg}$ e $m_B = 1,0 \cdot 10^3\text{ kg}$, respectivamente, são abandonados de uma mesma altura h, no interior de um tubo vertical onde existe o vácuo. Para percorrer a altura h:
a) o tempo de queda do corpo A é igual que o do corpo B.
b) o tempo de queda do corpo A é maior que o do corpo B.
c) o tempo de queda do corpo A é menor que o do corpo B.
d) o tempo de queda depende do volume dos corpos A e B.
e) o tempo de queda depende da forma geométrica dos corpos A e B.

17. Em uma região onde a aceleração da gravidade tem módulo constante, um projétil é disparado a partir do solo, em uma direção que faz um ângulo α com a direção horizontal, conforme representado na figura abaixo.

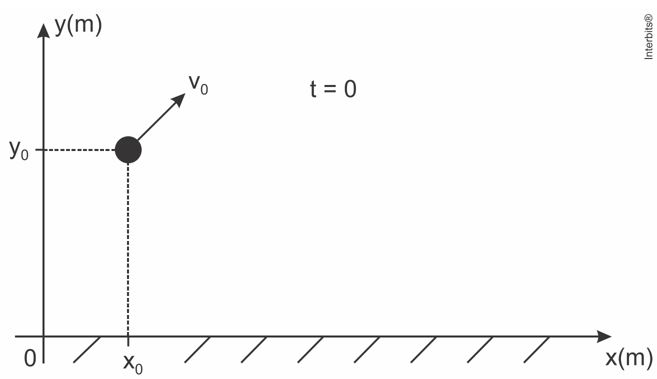


Assinale a opção que, desconsiderando a resistência do ar, indica os gráficos que melhor representam, respectivamente, o comportamento da componente horizontal e o da componente vertical, da velocidade do projétil, em função do tempo.



a) I e V.
b) II e V.
c) II e III.
d) IV e V.
e) V e II.

18. Analise a figura abaixo.



Conforme indica a figura acima, no instante $t = 0,$ uma partícula é lançada no ar, e sua posição em função do tempo é descrita pela equação $\vec{r}(t) = (6{,}0t + 2{,}5)\hat{i} + (-5{,}0t^2 + 2{,}0t + 8{,}4)\hat{j},$ com $\vec{r}$ em metros e t em segundos. Após $1{,}0$ segundo, as medidas de sua altura do solo, em metros, e do módulo da sua velocidade, em $m/s,$ serão, respectivamente, iguais a:

a) $3{,}4$ e 10

b) $3{,}6$ e $8{,}0$

c) $3{,}6$ e 10

d) $5{,}4$ e $8{,}0$

e) $5{,}4$ e 10

19. Recentemente, uma equipe de astrônomos afirmou ter identificado uma estrela com dimensões comparáveis às da Terra, composta predominantemente de diamante. Por ser muito frio, o astro, possivelmente uma estrela anã branca, teria tido o carbono de sua composição cristalizado em forma de um diamante praticamente do tamanho da Terra.
Considerando que a massa e as dimensões dessa estrela são comparáveis às da Terra, espera-se que a aceleração da gravidade que atua em corpos próximos à superfície de ambos os astros seja constante e de valor não muito diferente. Suponha que um corpo abandonado, a partir do repouso, de uma altura $h = 54\ m$ da superfície da estrela, apresente um tempo de queda $t = 3{,}0\ s.$ Desta forma, pode-se afirmar que a aceleração da gravidade na estrela é de:

a) $8{,}0\ m/s^2.$

b) $10\ m/s^2.$

c) $12\ m/s^2.$

d) $18\ m/s^2.$

20. Em uma experiência didática, cinco esferas de metal foram presas em um barbante, de forma que a distância entre esferas consecutivas aumentava em progressão aritmética. O barbante foi suspenso e a primeira esfera ficou em contato com o chão. Olhando o barbante de baixo para cima, as distâncias entre as esferas ficavam cada vez maiores. Quando o barbante foi solto, o som das colisões entre duas esferas consecutivas e o solo foi gerado em intervalos de tempo exatamente iguais. A razão de os intervalos de tempo citados serem iguais é que a:
a) velocidade de cada esfera é constante.
b) força resultante em cada esfera é constante.
c) aceleração de cada esfera aumenta com o tempo.
d) tensão aplicada em cada esfera aumenta com o tempo.
e) energia mecânica de cada esfera aumenta com o tempo.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[A]

$$V^2 = V_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$$
$$0 = 20^2 - 2 \cdot 10 \cdot h \Rightarrow 20h = 400 \Rightarrow h = 20\ \text{m}$$

No entanto ele perdeu 15% de energia mecânica devido à força dissipativas, ou seja, ele irá subir 15% a menos do modelo ideal que não possui forças dissipativas.
$$h = 20 \cdot 0,85 \Rightarrow h = 17\ \text{m}$$

Resposta da questão 2:
[B]

Da equação da altura percorrida na queda livre, temos:
$$h = \frac{1}{2} g t^2$$
$$h_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 \Rightarrow h_1 = 20\ \text{m}$$
$$h_2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1,6^2 \Rightarrow h_2 = 12,8\ \text{m}$$

Portanto, o nível da água elevou-se em:
$$\Delta h = 20 - 12,8$$
$$\therefore \Delta h = 7,2\ \text{m}$$

Resposta da questão 3:
[E]

A expressão para a altura máxima em um lançamento vertical é:
$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Para o lançamento a partir do solo $h_0 = 0$ e como $v_0 = v,$ fica:
$$h = v \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \qquad (1)$$

Mas, quando a bola atinge a altura máxima, sua velocidade na componente vertical é igual a zero $(v = 0),$ então podemos calcular o tempo para atingir este ponto, usando:
$$v_{final} = v - g \cdot t \Rightarrow 0 = v - g \cdot t \therefore \boxed{t = \frac{v}{g}} \qquad (2)$$

Substituindo a equação (2) na equação (1) acima:
$$h = v \cdot \frac{v}{g} - \frac{g \cdot \left(\frac{v}{g}\right)^2}{2} \Rightarrow \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} \therefore \boxed{h = \frac{v^2}{2g}}$$

Finalmente, ao aumentar a velocidade de lançamento em três vezes, podemos ter uma noção de quanto ficará maior a altura atingida pela bola:

$$h_1 = \frac{(v + 3v)^2}{2g} \Rightarrow h_1 = \frac{(4v)^2}{2g} \therefore \boxed{h_1 = 16\frac{v^2}{2g} = 16\ h}$$

Resposta da questão 4:
[A]

A posição em função do tempo de um objeto em lançamento vertical varia quadraticamente, indicando o gráfico de uma parábola, sendo o movimento de subida retardado e a descida acelerado. O movimento é retilíneo uniformemente retardado na subida até a altura máxima atingida pelo objeto e a descida passa a ser acelerada sendo em ambos os trechos a aceleração igual à da gravidade.

Resposta da questão 5:
[C]

A aceleração deste movimento é unicamente devida à gravidade. Como o referencial positivo aponta para cima, a aceleração da gravidade será negativa e constante, portanto, teremos um gráfico típico de constante (reta horizontal) com valor negativo (reta abaixo da abscissa).

Resposta da questão 6:
[A]

No ponto mais alto, a velocidade anula-se e a massa desce <u>verticalmente</u>.

Resposta da questão 7:
[E]

Considerando que o tempo para cair $20\ m$ é $t,$ então o tempo para cair até o solo é $3t.$
Equacionando as quedas:

$$S = \frac{a}{2}t^2 \left\{\begin{array}{l} 20 = \frac{10}{2}t^2 \ \Rightarrow \ 5t^2 = 20 \\ h_B = \frac{10}{2}(3t)^2 \ \Rightarrow \ h_B = 9\left(5t^2\right) \end{array}\right\rangle \Rightarrow h_B = 9(20) \Rightarrow \boxed{h_B = 180\ m.}$$

Resposta da questão 8:
[C]

No eixo horizontal, o movimento é uniforme com velocidade constante $v_H,$ portanto com a distância percorrida e o tempo, podemos calculá-la.

$$v_H = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_H = \frac{60\ m}{4\ s} \therefore v_H = 15\ m/s$$

Com o auxílio da trigonometria e com a velocidade horizontal $v_H,$ calculamos a velocidade de lançamento $v.$

$$\cos\beta = \frac{v_H}{v} \Rightarrow v = \frac{v_H}{\cos\beta} = \frac{15\ m/s}{0,6} \therefore v = 25\ m/s$$

Portanto, na ordem solicitada na questão a resposta correta é alternativa [C].

Resposta da questão 9:
[A]

$$X = X_0 + V_{0_x} t$$
$$9 = 0 + V_{0_x} \cdot 0,2$$
$$V_{0_x} = \frac{9}{0,2} \Rightarrow V_{0_x} = 45 \text{ m/s}$$

$$H = H_0 + V_{0_y} t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$0 = 2,6 + V_{0_y} \cdot 0,2 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,2^2$$
$$0 = 2,6 + V_{0_y} \cdot 0,2 - 0,2$$
$$0 = 2,4 + V_{0_y} \cdot 0,2$$
$$-2,4 = V_{0_y} \cdot 0,2$$
$$V_{0_y} = -12 \text{ m/s}$$
$$\left| V_{0_y} \right| = 12 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 10:
[C]

O míssil AX100 é lançado simultaneamente com o projétil. Logo:
$$V_{0_{y(AX100)}} = V_{0_{(AX100)}} \cdot \text{sen}30 \qquad (1)$$
$$V_{0_p} = V_{0_{y(AX100)}} \qquad (2)$$

Substituindo (1) em (2), temos:
$$V_{0_p} = V_{0_{(AX100)}} \cdot \text{sen}30$$
$$V_{0_p} = 800 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow V_{0_p} = 400 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 11:
[D]

A situação representa um lançamento horizontal e desmembrando este movimento temos um movimento de queda livre na vertical e movimento uniforme na horizontal.

No eixo horizontal (x), temos um MRU:
$$x = x_0 + v_x \cdot t$$

Donde tiramos o tempo de queda, usando o alcance e a velocidade horizontal:
$$5 = 0 + 2,5 \cdot t$$
$$t = 2 \text{ s}$$

No eixo vertical (y), para a altura em função do tempo, temos a expressão:
$$h = g \frac{t^2}{2}$$

Com os dados fornecidos e o tempo calculado:
$$h = 10 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{(2 \text{ s})^2}{2} = 20 \text{ m}$$

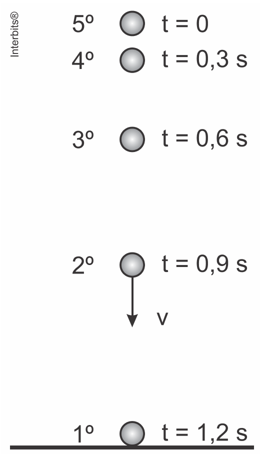
Resposta da questão 12:

[D]

Calculando o tempo de queda:

$$h = \frac{1}{2} g t_q^2 \Rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(7,2)}{10}} = \sqrt{1,44} \Rightarrow t_q = 1,2 \text{ s.}$$

A figura mostra os cinco corpos e o tempo (t) de movimento de cada um deles.



A velocidade do 2º corpo é:

$$v = v_0 + gt \Rightarrow v = 0 = 10(0,9) \Rightarrow \boxed{v = 9 \text{ m/s.}}$$

Resposta da questão 13:
[C]

Temos situações semelhantes para os dois corpos, pois ambos percorrem 5 m com as mesmas acelerações sendo que as condições de contorno também são similares, logo as velocidades em módulo serão iguais e sua razão será 1.

Outra possibilidade é calcular usando os conhecimentos de lançamento vertical e queda livre.

Para o corpo A, que cai em queda livre, usando o referencial positivo para baixo e a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2g\Delta h}$$

$$v_A = \sqrt{0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 5} \therefore v = 10 \text{ m/s}$$

Para o corpo B, que sobe na vertical, usando o referencial positivo para cima, primeiramente descobrimos a velocidade inicial e depois a velocidade na posição de 5 m:

$$v^2 = v_0^2 - 2g\Delta h \Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 + 2g\Delta h}$$

$$v_0 = \sqrt{0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 10} \therefore v_0 = 10\sqrt{2} \text{ m/s}$$

E a intensidade da velocidade a 5 m de altura:

$$v_B = \sqrt{\left(10\sqrt{2}\right)^2 - 2 \cdot 10 \cdot 5} \therefore v = 10 \text{ m/s}$$

Então, $\frac{v_A}{v_B} = \frac{10}{10} = 1.$

Resposta da questão 14:
[C]

Temos um Lançamento Horizontal com velocidade inicial de 6 m/s, mas o que importa é a componente da velocidade no eixo vertical que no caso é nula, e para determinar o tempo de queda, como o corpo foi abandonado temos uma queda livre, usamos a equação horária das posições verticais, considerando o sentido positivo para baixo sendo a origem das posições dada pelo balão:

$$h = h_0 + v_0 \cdot t + g \cdot \frac{t^2}{2}$$

Aplicando as condições iniciais: $v_0 = 0,$ $h_0 = 0,$ temos:

$$80 = 10 \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4\ \text{s}$$

Note que a velocidade inicial é tomada apenas no eixo vertical, portanto é nula, pois o objeto foi abandonado e a velocidade fornecida no enunciado (velocidade horizontal) somente serviria se calculássemos o alcance horizontal do objeto que caiu do balão em relação a pessoa no solo.

Resposta da questão 15:
[C]

A queda da gota é, no início, um movimento acelerado. À medida que ela vai caindo, a força de resistência do ar vai aumentando com a velocidade até atingir a mesma intensidade do seu peso. Nesse ponto, a gota atinge sua velocidade limite, terminando a queda em movimento uniforme, com velocidade em torno de $30\ \text{km/h},$ insuficiente para causar danos a objetos ou pessoas.

Resposta da questão 16:
[A]

Se o corpo está em queda livre, a resultante das forças sobre ele é seu próprio peso. Aplicando a segunda lei de Newton a essa situação:
$R = P \ \Rightarrow\ \cancel{m}\,a = \cancel{m}\,g \ \Rightarrow\ a = g.$

A aceleração de queda independe da massa e é igual a aceleração da gravidade. Calculando o tempo de queda:

$$h = \frac{g}{2}t^2 \ \Rightarrow\ t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Consequentemente, o tempo de queda também independe da massa. Portanto, o tempo de queda é o mesmo para os dois corpos.

Resposta da questão 17:
[B]

As equações dessas componentes são:

$$\begin{cases} v_x = \text{constante} \ \Rightarrow\ \text{reta horizontal} \ \Rightarrow\ \text{gráfico } (\text{II}). \\ v_y = v_{0y} - g\,t \ \Rightarrow\ \text{reta decrescente} \ \Rightarrow\ \text{gráfico } (\text{V}). \end{cases}$$

Resposta da questão 18:
[E]

Na expressão dada, $\vec{r}(t) = (6{,}0\,t + 2{,}5)\hat{i} + \left(-5{,}0\,t^2 + 2{,}0\,t + 8{,}4\right)\hat{j}$, tem-se:

$$\begin{cases} \vec{x}(t) = (6{,}0\,t + 2{,}5)\hat{i} \\ \vec{y}(t) = \left(-5{,}0\,t^2 + 2{,}0\,t + 8{,}4\right)\hat{j} \end{cases}$$

A altura (h) no instante $t = 1\,s$ corresponde à ordenada (y) no nesse instante:

$$h = |\vec{y}(1)| = \left(-5{,}0(1)^2 + 2{,}0(1) + 8{,}4\right) = -5 + 10{,}4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{h = 5{,}4\,m.}$$

Calculando o módulo da velocidade:

$$|\vec{v}(t)| = \frac{d\vec{r}}{dt} = \left(6{,}0\hat{i}\right) + \left(-10{,}0\,t^2 + 2{,}0\right)\hat{j} \quad \Rightarrow$$

$$|\vec{v}(1)| = \left(6{,}0\hat{i}\right) + \left(-10{,}0(1) + 2{,}0\right)\hat{j} \quad \Rightarrow \quad \vec{v}(1) = 6\,\hat{i} - 8\,\hat{j}.$$

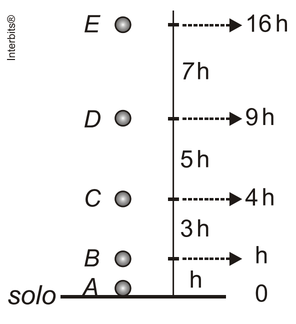
$$|\vec{v}|^2 = \sqrt{6^2 + 8^2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{|\vec{v}| = 10\,m/s.}$$

Resposta da questão 19:
[C]

$$h = \frac{g}{2}t^2 \ \Rightarrow\ g = \frac{2\,h}{t^2} = \frac{2 \cdot 54}{3^2} \Rightarrow \boxed{g = 12\ m/s^2.}$$

Resposta da questão 20:
[B]

A questão está mal formulada.
Tratando-se de uma queda livre, independente do que diz o restante do enunciado, a única alternativa correta é a assinalada, [B].
Além disso, o enunciado pode levar a entender que para qualquer razão da referida PA entre as distâncias consecutivas, os intervalos de tempo sejam iguais, o que não é verdade.
Os intervalos de tempo somente são iguais se a razão da PA entre essas distâncias for 2 h, sendo h a altura em que se encontra a 2ª esfera (B), uma vez que a 1ª (A) está em contato com o solo, conforme ilustra a figura, fora de escala.



Da equação da queda livre, calculamos o tempo de queda de cada uma das esferas, B, C, D e E.

$$t_{queda} = \sqrt{\frac{2\,H}{g}} \Rightarrow \begin{cases} t_B = \sqrt{\frac{2\,h}{g}} \\ t_C = \sqrt{\frac{8\,h}{g}} = 2\sqrt{\frac{2\,h}{g}} \\ t_D = \sqrt{\frac{18\,h}{g}} = 3\sqrt{\frac{2\,h}{g}} \\ t_E = \sqrt{\frac{32\,h}{g}} = 4\sqrt{\frac{2\,h}{g}} \end{cases}$$

O intervalo de tempo entre dois sons consecutivos de uma esfera batendo sobre a outra é igual ao tempo de queda da esfera B:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2\,h}{g}}\ .$$