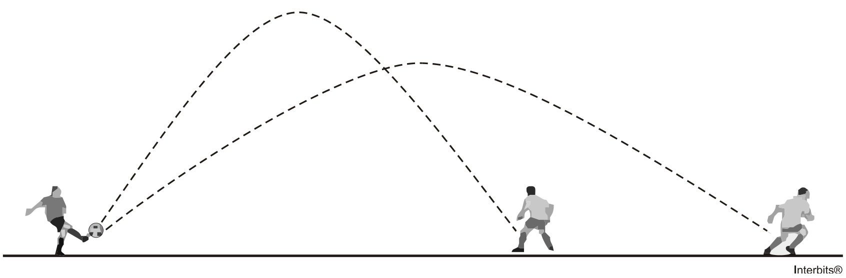
1. Considere que, em um jogo do Campeonato Brasileiro de Futebol, retomado recentemente, uma bola foi chutada a partir do solo, e que seu vetor velocidade inicial fez um ângulo de 30° com o gramado. Na análise mecânica do sistema, desconsidere todos os atritos e trate o comprimento da trajetória da bola como sendo muito maior que seu diâmetro. No instante imediatamente antes de a bola chegar ao chão, o módulo de sua
a) aceleração será o mesmo que tinha imediatamente após o chute.
b) aceleração será menor que o valor imediatamente após o chute.
c) velocidade será maior que o valor que tinha imediatamente após o chute.
d) velocidade será menor que o valor que tinha imediatamente após o chute.

2. Considere uma bola de futebol que, após o chute, descreve uma trajetória parabólica em relação à superfície horizontal de lançamento. Desprezando todos os atritos e considerando a bola como um ponto material, é correto afirmar que a componente
a) horizontal do seu vetor velocidade não muda ao longo da trajetória.
b) vertical do seu vetor velocidade não muda ao longo da trajetória.
c) horizontal do seu vetor aceleração muda ao longo da trajetória.
d) vertical do seu vetor aceleração muda ao longo da trajetória.

3. Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento obliquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno.

Desprezando a resistência do ar, qual é a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?
a) Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
b) Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
c) Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
d) Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
e) Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

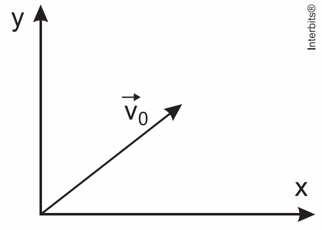
4. Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contra-ataque. Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



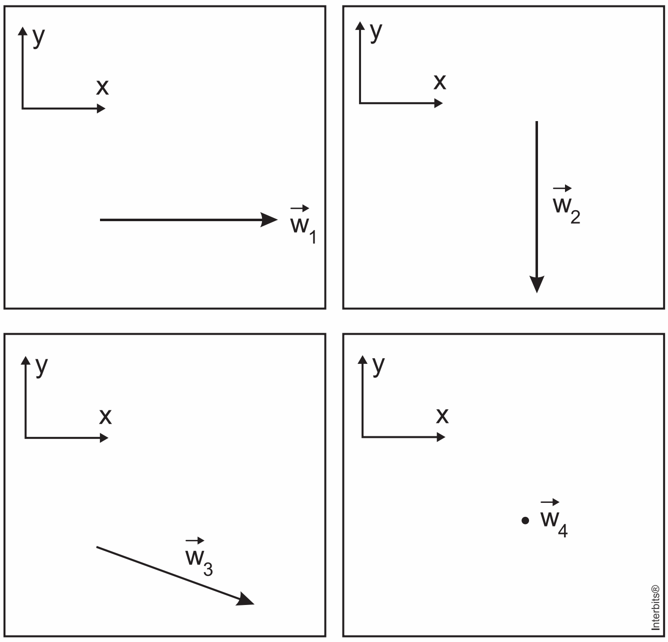

Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.
a) Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
b) Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.
c) Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.
d) Não, pois é necessário conhecer os valores da velocidade inicial e dos ângulos de lançamento.
e) Não, pois é necessário conhecer o valor da velocidade inicial.

5. Um jogador de futebol chuta uma bola sem provocar nela qualquer efeito de rotação. A resistência do ar é praticamente desprezível, e a trajetória da bola é uma parábola. Traça-se um sistema de eixos coordenados, com um eixo $x$ horizontal e paralelo ao chão do campo de futebol, e um eixo $y$ vertical com sentido positivo para cima.

Na Figura a seguir, o vetor $\vec{v}_0$ indica a velocidade com que a bola é lançada (velocidade inicial logo após o chute).




Abaixo estão indicados quatro vetores $\vec{w}_1$, $\vec{w}_2$, $\vec{w}_3$ e $\vec{w}_4$, sendo $\vec{w}_4$ o vetor nulo.




Os vetores que descrevem adequada e respectivamente a velocidade e a aceleração da bola no ponto mais alto de sua trajetória são

a) $\vec{w}_1$ e $\vec{w}_4$

b) $\vec{w}_4$ e $\vec{w}_4$

c) $\vec{w}_1$ e $\vec{w}_3$

d) $\vec{w}_1$ e $\vec{w}_2$

e) $\vec{w}_4$ e $\vec{w}_3$

6. Três blocos de mesmo volume, mas de materiais e de massas diferentes, são lançados obliquamente para o alto, de um mesmo ponto do solo, na mesma direção e sentido e com a mesma velocidade.
Observe as informações da tabela:

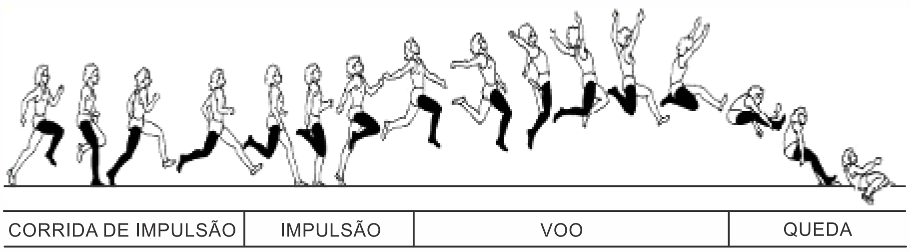
| Material do bloco | Alcance do lançamento |
|---|---|
| chumbo | $A_1$ |
| ferro | $A_2$ |
| granito | $A_3$ |

A relação entre os alcances $A_1$, $A_2$ e $A_3$ está apresentada em:
a) $A_1 > A_2 > A_3$
b) $A_1 < A_2 < A_3$
c) $A_1 = A_2 > A_3$
d) $A_1 = A_2 = A_3$

7. Na modalidade esportiva do salto à distância, o esportista, para fazer o melhor salto, deve atingir a velocidade máxima antes de saltar, aliando-a ao melhor ângulo de entrada no momento do salto que, nessa modalidade, é o $45°$. Considere uma situação hipotética em que um atleta, no momento do salto, alcance a velocidade de $43{,}2\ \text{km/h}$, velocidade próxima do recorde mundial dos 100 metros rasos, que é de $43{,}9\ \text{km/h}$. Despreze o atrito com o ar enquanto ele está em "vôo" e considere o saltador como um ponto material situado em seu centro de gravidade.

Nessas condições, qual seria, aproximadamente, a distância alcançada no salto?

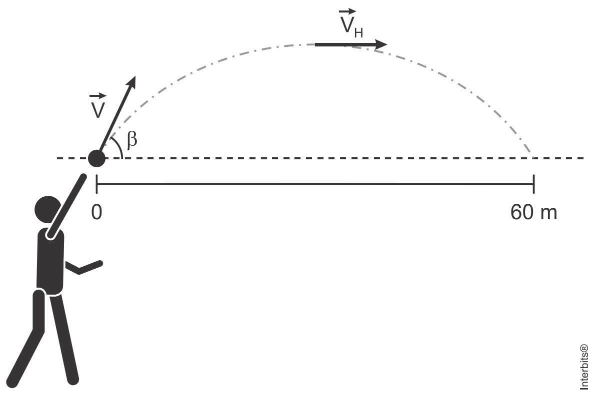
Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a $10\ \text{m/s}^2$.
Dados: $\text{sen } 45° = \cos 45° = 0{,}7$



https://sites.google.com/site/edfisicaempic/educacao-fisica-corpo-e-mente/atletismo

a) 7 m
b) 10 m
c) 12 m
d) 14 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. Quando um jogador de futebol é muito veloz, uma forma divertida de se referir a essa qualidade é dizer que ele é capaz de cobrar escanteio para a área adversária e ele mesmo correr e conseguir chutar a bola antes de ela tocar o chão. Suponha um jogador ficcional que seja capaz de fazer isso. Se ele cobrar o escanteio para dentro da área fornecendo à bola uma velocidade inicial de $20\ \text{m/s}$, fazendo um ângulo de $60°$ com a horizontal, qual distância o jogador precisa correr, em linha reta, saindo praticamente de forma simultânea à cobrança de escanteio, para chutar no gol sem deixar a bola tocar no chão? Para fins de simplificação, considere que a altura do chute ao gol seja desprezível, que $\text{sen}\,60° = 0,8$, $\cos 60° = 0,5$, e que a aceleração da gravidade seja $10\ \text{m/s}^2$.

a) 6 m
b) 12 m
c) 24 m
d) 32 m
e) 44 m

10. A figura a seguir mostra uma das cenas vistas durante a Copa das Confederações no Brasil. Os policiais militares responderam às ações dos manifestantes com bombas de gás lacrimogêneo e balas de borracha em uma região totalmente plana onde era possível avistar a todos.

(Fonte: http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/efe/2013/09/07/protestos-em-sao-paulo-terminam-com-violencia-e-confrontos.htm)

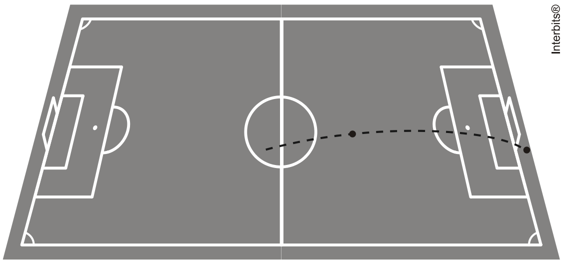
Suponha que o projétil disparado pela arma do PM tenha uma velocidade inicial de $200,00\ \text{m/s}$ ao sair da arma e sob um ângulo de 30,00º com a horizontal. Calcule a altura máxima do projétil em relação ao solo, sabendo-se que ao deixar o cano da arma o projétil estava a $1,70\ \text{m}$ do solo.

Despreze as forças dissipativas e adote $g = 10,00\ \text{m/s}^2$.

a) 401,70 m
b) 501,70 m
c) 601,70 m
d) 701,70 m
e) 801,70 m

11. *O gol que Pelé não fez*

*Na copa de 1970, na partida entre Brasil e Tchecoslováquia, Pelé pega a bola um pouco antes do meio de campo, vê o goleiro tcheco adiantado, e arrisca um chute que entrou para a história do futebol brasileiro. No início do lance, a bola parte do solo com velocidade de 108 km/h (30 m/s), e três segundos depois toca novamente o solo atrás da linha de fundo, depois de descrever uma parábola no ar e passar rente à trave, para alívio do assustado goleiro.*
*Na figura vemos uma simulação do chute de Pelé.*



(http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/futebol/textoCatalogoExpo.pdf. Adaptado.)

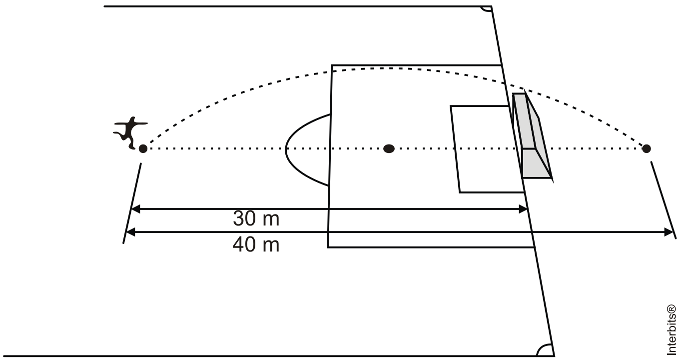
Considerando que o vetor velocidade inicial da bola após o chute de Pelé fazia um ângulo de 30° com a horizontal (sen30° = 0,50 e cos30° = 0,85) e desconsiderando a resistência do ar e a rotação da bola, pode-se afirmar que a distância horizontal entre o ponto de onde a bola partiu do solo depois do chute e o ponto onde ela tocou o solo atrás da linha de fundo era, em metros, um valor mais próximo de
a) 52,0.
b) 64,5.
c) 76,5.
d) 80,4.
e) 86,6.

12. Uma noiva, após a celebração do casamento, tinha de jogar o buquê para as convidadas. Como havia muitas ex-namoradas do noivo, ela fazia questão de que sua melhor amiga o pegasse. Antes de se virar para, de costas, fazer o arremesso do buquê, a noiva, que possuía conhecimento sobre movimento balístico, calculou a que distância aproximada a amiga estava dela: 5,7 m. Então ela jogou o buquê, tomando o cuidado para que a direção de lançamento fizesse um ângulo de 60° com a horizontal. Se o tempo que o buquê levou para atingir a altura máxima foi de 0,7 s, qual o valor aproximado da velocidade dele ao sair da mão da noiva? (Despreze o atrito com o ar. Considere a aceleração da gravidade igual a $10\ \mathrm{m/s^2}$, $\cos 60° = 0{,}5$ e $\text{sen}\ 60° = 0{,}87$.)
a) 1,5 m/s
b) 5,5 m/s
c) 6,0 m/s
d) 8,0 m/s
e) 11,0 m/s

13. Um jogador de futebol chuta uma bola com massa igual a meio quilograma, dando a ela uma velocidade inicial que faz um ângulo de 30 graus com a horizontal. Desprezando a resistência do ar, qual o valor que melhor representa o módulo da velocidade inicial da bola para que ela atinja uma altura máxima de 5 metros em relação ao ponto que saiu?

Considere que o módulo da aceleração da gravidade vale 10 metros por segundo ao quadrado.
a) 10,5 m/s
b) 15,2 m/s
c) 32,0 m/s
d) 12,5 m/s
e) 20,0 m/s

14. Um jogador de futebol chuta uma bola a 30 m do gol adversário. A bola descreve uma trajetória parabólica, passa por cima da trave e cai a uma distância de 40 m de sua posição original. Se, ao cruzar a linha do gol, a bola estava a 3 m do chão, a altura máxima por ela alcançada esteve entre




a) 4,1 e 4,4 m.
b) 3,8 e 4,1 m.
c) 3,2 e 3,5 m.
d) 3,5 e 3,8 m.

15. Uma pedra é lançada para cima a partir do topo e da borda de um edifício de 16,8 m de altura a uma velocidade inicial $v_0 = 10\ m/s$ e faz um ângulo de $53{,}1°$ com a horizontal. A pedra sobe e em seguida desce em direção ao solo. O tempo, em segundos, para que a mesma chegue ao solo é
a) 2,8.
b) 2,1.
c) 2,0.
d) 1,2.

## Gabarito:

**Resposta da questão 1:**
[A]

Não havendo perdas de energia por atrito, o módulo da velocidade da bola se conserva, e a aceleração a que está submetida é constante e igual à aceleração da gravidade.

**Resposta da questão 2:**
[A]

A bola está sujeita à aceleração da gravidade na direção vertical e com sentido para baixo, e, por este motivo, descreve um movimento uniformemente variado na direção vertical e um movimento uniforme da direção horizontal. Ou seja, a componente horizontal do seu vetor velocidade não muda ao longo da trajetória.

**Resposta da questão 3:**
[B]

No ponto mais alto da trajetória, a força resultante sobre o objeto é seu próprio peso, de direção vertical e sentido para baixo.

**Resposta da questão 4:**
[B]

No ponto mais alto a componente vertical da velocidade é nula. A partir daí, e na vertical, temos uma queda livre a partir do repouso.

O tempo de queda pode ser tirado da expressão $H = \frac{1}{2}gt^2$.

Sendo assim quanto maior for a altura maior será o tempo de queda.

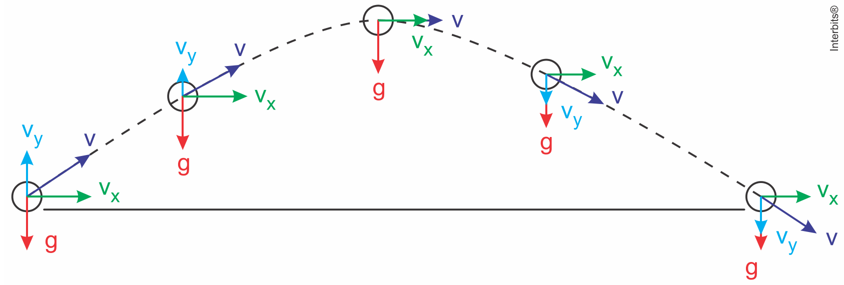
Não podemos esquecer que os tempos de subida e descida são iguais.

Portanto o tempo total é $T = 2t_q$ .

O menor tempo de voo da bola é aquele correspondente à menor altura.

**Resposta da questão 5:**
[D]

No lançamento oblíquo com ausência de atrito com o ar, podemos dividir o movimento nos eixos vertical e horizontal, usando as componentes da velocidade nestes eixos $(\vec{v}_x \text{ e } \vec{v}_y)$, conforme a figura abaixo:




Assim, temos no eixo vertical um movimento de lançamento vertical em que a aceleração é dada pela gravidade local e no eixo horizontal um movimento retilíneo uniforme em que a velocidade em $x$ é sempre constante.

Observa-se que no ponto mais alto da trajetória a velocidade em $y$ é nula e a velocidade horizontal representa a velocidade da bola neste ponto, enquanto que a aceleração é a mesma em todos os pontos do movimento, sendo constante e apontando para baixo.

Logo, a alternativa correta é letra [D].

**Resposta da questão 6:**
[D]

Para um objeto lançado obliquamente com velocidade inicial $v_0$, formando um ângulo $\theta$ com a horizontal, num local onde o campo gravitacional tem intensidade g, o alcance horizontal A é dado pela expressão:

$$A = \frac{{v_0}^2}{g}\,\mathrm{sen}(2\theta)$$

Essa expressão nos mostra que o alcance horizontal independe da massa. Portanto, os três blocos apresentarão o mesmo alcance:
$A_1 = A_2 = A_3$.

**Resposta da questão 7:**
[D]

$$\Delta S = \frac{V_0^2}{g}\mathrm{sen}2\theta \Rightarrow \Delta S = \frac{\left(\frac{43{,}2}{3{,}6}\right)^2}{10}\mathrm{sen}90^\circ$$

$$\Delta S = 14{,}4\text{ m} \Rightarrow \Delta S \cong 14\text{ m}$$

**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.

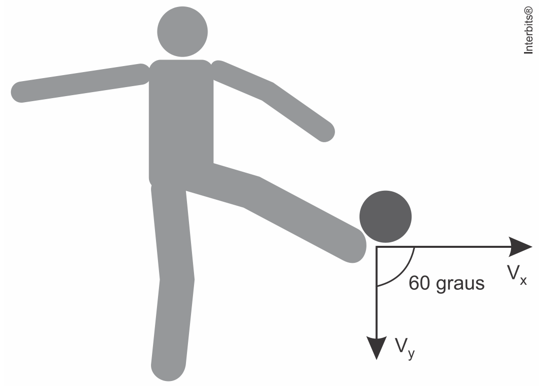
$$v_H = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_H = \frac{60\text{ m}}{4\text{ s}} \therefore v_H = 15\text{ m/s}$$

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

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

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

**Resposta da questão 9:**
[D]




$$V_y = V\text{sen}60° \Rightarrow V_y = 20 \cdot 0{,}8 \Rightarrow V_y = 16 \text{ m/s}$$
$$V_y = V_{0_y} - g \cdot t \Rightarrow 0 = 16 - 10t \Rightarrow t = 1{,}6 \text{ s}$$

A bola demora $1{,}6$ s pra subir e $1{,}6$ s pra descer. Logo, o tempo total será:

$$t_t = t_s + t_d \Rightarrow t_t = 1{,}6 + 1{,}6 = 3{,}2 \text{ s}$$

$$S = S_0 + V_0 t$$
$$\Delta S = V_{0_x} \cdot t \Rightarrow \Delta S = 10 \cdot 3{,}2 \Rightarrow \Delta S = 32 \text{ m}$$

**Resposta da questão 10:**
[B]

Dados: $\theta = 30°;\ v_0 = 200 \text{m/s};\ h_0 = 1{,}7 \text{m};\ g = 10 \text{m/s}^2.$

**1ª Solução:**
Decompondo a velocidade inicial nas direções horizontal e vertical:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\theta = 200 \cos 30° = 200 \dfrac{\sqrt{3}}{2} \ \Rightarrow \ v_{0x} = 100\sqrt{3} \text{ m/s.} \\ v_{0y} = v_0 \text{ sen}\,\theta = 200 \text{ sen}\,30° = 200 \dfrac{1}{2} \ \Rightarrow \ v_{0x} = 100 \text{ m/s.} \end{cases}$$

Sabemos que no ponto mais alto a componente vertical da velocidade é nula (**$v_y$** = 0). Aplicando a equação de Torricelli nessa direção, vem:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2\,g(H - h_0) \ \Rightarrow \ 0 = 100^2 - 20(H - 1{,}7) \ \Rightarrow \ H - 1{,}7 = \frac{10.000}{20} \ \Rightarrow$$

$$H = 500 + 1{,}7 \ \Rightarrow \ \boxed{H = 501{,}7 \text{ m.}}$$

**2ª Solução:**
No ponto mais alto, a componente vertical da velocidade é nula, portanto **$v = v_x = v_{0x}$**.
Pela conservação da Energia Mecânica:

$$\frac{\cancel{m}\,v_0^2}{2}+\cancel{m}\,g\,h_0=\frac{\cancel{m}\,v_x^2}{2}+\cancel{m}\,g\,H \Rightarrow \frac{200^2}{2}+10(1,7)=\frac{\left(100\sqrt{3}\right)^2}{2}+10\,H \Rightarrow$$

$$20.000+17-15.000=10\,H \Rightarrow H=\frac{5.017}{10} \Rightarrow$$

$$\boxed{H=501,7\ \text{m.}}$$

**Resposta da questão 11:**
[C]

Dados: $\mathbf{v_0}$ = 30 m/s; $\theta$ = 30°; sen 30° = 0,50 e cos 30° = 0,85 e **t** = 3 s.

A componente horizontal da velocidade ($\mathbf{v_{0x}}$) mantém-se constante. O alcance horizontal (**A**) é dado por:

$$A=v_{0x}\ t \Rightarrow A=v_0\cos 30°\ t \Rightarrow A=30(0,85)(3) \Rightarrow$$

$$A=76,5\ \text{m.}$$

**Resposta da questão 12:**
[D]

**<u>1ª Solução</u>: (sugerida pelo enunciado)**

Dados: $t_{sub}=0,7$ s; $A=5,7$ m; $g=10\ \text{m/s}^2$; $\theta=60°$.

Se a amiga apanhou o buquê na mesma horizontal em que foi lançado, o tempo total de movimento ($\mathbf{t_T}$) foi o dobro do tempo de subida ($t_{sub}$) e o alcance horizontal (A) foi igual a ($V_{0x}$).
No lançamento oblíquo, a componente horizontal da velocidade de lançamento ($V_{0x}$) é constante, portanto o movimento é uniforme. Então:

$$\Delta S=v\ \Delta t \Rightarrow A=v_{0x}\ t_T \Rightarrow A=v_0\cos 60°\ (2t_{sub}) \Rightarrow$$

$$5,7=v_0\left(\frac{1}{\cancel{2}}\right)(\cancel{2}\times 0,7) \Rightarrow v_0=\frac{5,7}{0,7}=8,14 \Rightarrow$$

$$v_0\cong 8,0\ \text{m/s.}$$

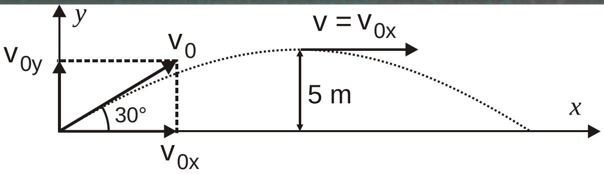
**<u>2ª Solução</u>: (sem usar o tempo de subida)**
Dados: $t_{sub}=0,7$ s; $g=10\ \text{m/s}^2$; $\theta=60°$.

Da expressão do alcance horizontal (A) para o lançamento oblíquo, vem:

$$A=\frac{v_0^2}{g}\text{sen}(2\theta) \Rightarrow 5,7=\frac{v_0^2}{10}\text{sen}120° \Rightarrow 57=v_0^2(0,87) \Rightarrow v_0=\sqrt{\frac{57}{0,87}}=\sqrt{65,6} \Rightarrow$$

$$v=8,1\ \text{m/s} \Rightarrow \boxed{v\cong 8,0\ \text{m/s.}}$$

**Resposta da questão 13:**
[E]




Aplicando Torricelli para o eixo y:
$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2\ g\ \Delta y$.

No ponto mais alto: $\begin{cases} v = v_{0x} \Rightarrow v_y = 0 \\ \Delta y = h \end{cases}$

Substituindo:
$0^2 = v_{0y}^2 - 2\ g\ h \Rightarrow v_{0y} = \sqrt{2\ g\ h} = \sqrt{2(10)(5)} = 10$ m/s.

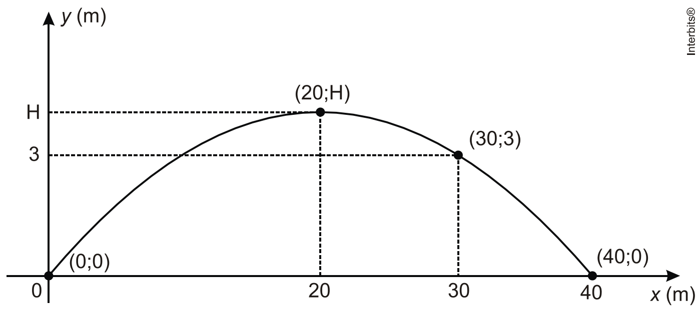
Mas:

$v_{0y} = v_0 \text{ sen } 30° \Rightarrow 10 = v_0 \dfrac{1}{2} \Rightarrow v_0 = 20$ m/s.

**Resposta da questão 14:**
[B]

**OBS:** Essa questão foi cobrada na prova de Matemática, mas admite solução através de conceitos Físicos, aliás, solução bem mais simples e curta. Serão dadas aqui as duas soluções.

**1ª Solução (Matemática):**
Encontremos, primeiramente, a equação da parábola que passa pelos pontos dados:




A equação reduzida da parábola de raízes $\mathbf{x_1}$ e $\mathbf{x_2}$ é: $y = a(x - x_1)(x - x_2)$.

Nesse caso temos: $x_1 = 0$ e $x_2 = 40$.

Substituindo esses valores na equação dada:
$y = a(x - 0)(x - 40) \Rightarrow y = ax^2 - 40ax$.

Para $x = 30 \Rightarrow y = 3$. Então:

$3 = a(30)^2 - 40a(30) \Rightarrow 3 = 900a - 1200a \Rightarrow a = -\dfrac{1}{100}$.

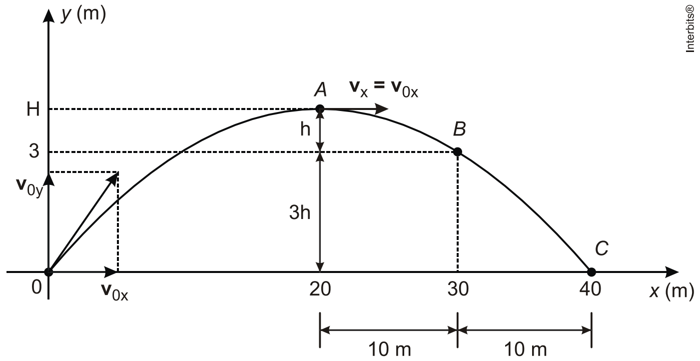
Assim, a equação da parábola mostrada é:

$$y = -\frac{x^2}{100} - 40\left(\frac{-1}{100}\right)x \Rightarrow y = -\frac{x^2}{100} + \frac{2}{5}x.$$

Para $x = 20 \Rightarrow h = H$. Então:

$$H = -\frac{(20)^2}{100} + \frac{2}{5}(20) \Rightarrow H = -4 + 8 \Rightarrow$$
$$H = 4 \text{ m}.$$

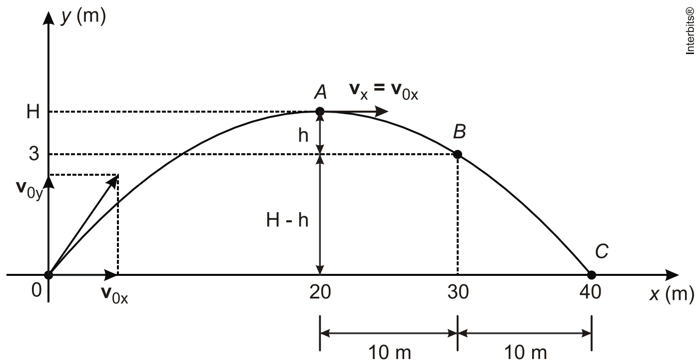
**2ª Solução (Física):**
Pela regra de Galileu, sabemos que, para qualquer movimento uniformemente variado (M.U.V.) com velocidade inicial nula, os espaços percorridos em intervalos de tempo ($\Delta t$) iguais e subsequentes, as distâncias percorridas são: **d**, **3d**, **5d**, **7d**...
Ora, a queda livre e o lançamento horizontal na direção vertical são movimentos uniformemente variados a partir do repouso, valendo, portanto a regra de Galileu. Assim, se a distância de queda num intervalo de tempo inicial ($\Delta t$) é **h**, nos intervalos iguais e subsequentes as distâncias percorridas na queda serão: **3h**, **5h**, **7h**...
O lançamento oblíquo, a partir do ponto mais alto (*A*), pode ser considerando um lançamento horizontal. Como a componente horizontal da velocidade inicial se mantém constante ($\mathbf{v_x = v_{0x}}$), os intervalos de tempo de *A* até *B* e de *B* até *C* são iguais, pois as distâncias horizontais são iguais (10 m).
Assim, se de *A* até *B* a bola cai **h**, de *B* até *C* ela cai **3h**, como ilustrado na figura.




Então:
$$3h = 3 \Rightarrow h = 1 \text{ m}.$$
$$\text{Mas: } H = 3h + h = 3 + 1 \Rightarrow H = 4 \text{ m}.$$

**3ª Solução (Física):**

Como as distâncias horizontais percorridas entre *A* e *B* e entre *B* e *C* são iguais, os intervalos de tempo entre esses pontos também são iguais, pois a componente horizontal da velocidade se mantém constante ($\mathbf{v_x = v_{0x}}$). Assim, se o tempo de *A* até *B* é **t**, de *A* até *C* é **2t**.




Equacionando a distância vertical percorrida na queda de *A* até *B* e de *A* até *C*, temos:

$$\left\{\begin{array}{l} A \rightarrow B:\ h = \dfrac{g}{2}\ t^2 \\ A \rightarrow C:\ H = \dfrac{g}{2}\ (2t)^2 \quad \Rightarrow \quad H = 4\left(\dfrac{g}{2}\ t^2\right) \end{array}\right\rangle \quad \Rightarrow \quad H = 4h.$$

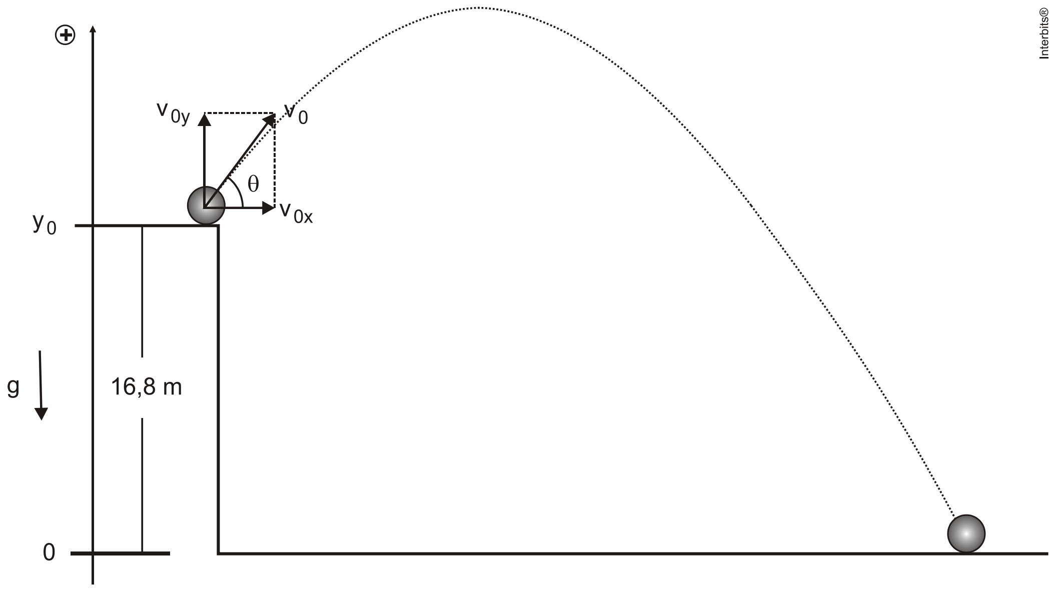
Mas, da Figura: $H - h = 3 \quad \Rightarrow \quad 4h - h = 3 \quad \Rightarrow \quad h = 1\text{ m}.$

Como $H = 4h \quad \Rightarrow \quad H = 4\text{ m}.$

**Resposta da questão 15:**
[A]

Dados: $v_0 = 10\text{m/s};\ \theta = 53{,}1°;\ \text{sen}\theta = 0{,}8;\ \cos\theta = 0{,}6;\ h = 16{,}8\text{m}.$

Adotando referencial no solo e orientando o eixo **y** para cima, conforme figura, temos:
$y_0 = h = 16{,}8\text{ m.}$.




Calculando as componentes da velocidade inicial:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\theta = 10(0{,}6) \quad \Rightarrow \quad v_{0x} = 6\ \text{m/s}. \\ v_{0y} = v_0\ \text{sen}\,\theta = 10(0{,}8) \quad \Rightarrow \quad v_{0y} = 8\ \text{m/s}. \end{cases}$$

Equacionando o movimento no eixo **y** e destacando que o quando a pedra atinge o solo **y = 0**, vem:

$$y = y_0 + v_{0y}\ t - \frac{g}{2}t^2 \quad \Rightarrow \quad y = 16{,}8 + 8\ t - 5\ t^2 \quad \Rightarrow \quad 0 = 16{,}8 + 8\ t - 5\ t^2 \quad \Rightarrow$$
$$5\ t^2 - 8\ t - 16{,}8 = 0\ .$$

$$t = \frac{8 \pm \sqrt{64 + 4 \cdot 5 \cdot 16{,}8}}{2 \cdot 5} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{8 \pm 20}{10} \quad \Rightarrow$$
$$t = 2{,}8\text{ s.}$$