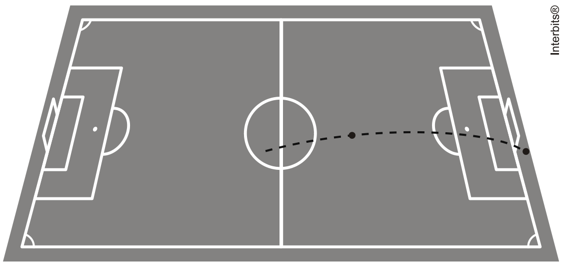
1. (Unesp) *O gol que Pelé não fez*

*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.*



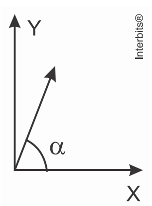
(http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/futebol/textoCatalogoExpo.pdf. Adaptado.)

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.

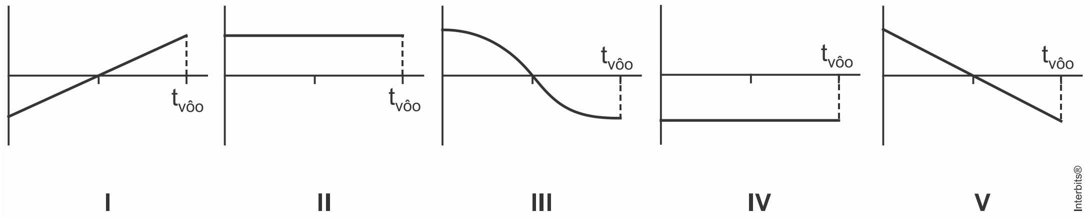
2. (Uerj) Em uma área onde ocorreu uma catástrofe natural, um helicóptero em movimento retilíneo, a uma altura fixa do chão, deixa cair pacotes contendo alimentos. Cada pacote lançado atinge o solo em um ponto exatamente embaixo do helicóptero.

Desprezando forças de atrito e de resistência, pode-se afirmar que as grandezas velocidade e aceleração dessa aeronave são classificadas, respectivamente, como:
a) variável − nula
b) nula − constante
c) constante − nula
d) variável − variável

3. (Ufrgs) 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 $\alpha$ com a direção horizontal, conforme representado na figura abaixo.

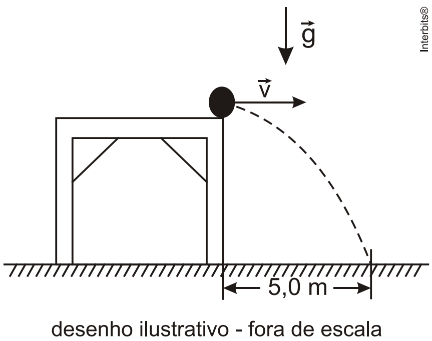



Assinale a opção que, desconsiderando a resistência do ar, indica os gráficos que melhor representam, respectivamente, o comportamento da componente horizontal e o da componente vertical, da velocidade do projétil, em função do tempo.




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

4**.** (Espcex (Aman)) Uma esfera é lançada com velocidade horizontal constante de módulo v=5 m/s da borda de uma mesa horizontal. Ela atinge o solo num ponto situado a 5 m do pé da mesa conforme o desenho abaixo.




Desprezando a resistência do ar, o módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo é de:

**Dado:** Aceleração da gravidade: g=10 m/s$^2$

a) $4\ m/s$
b) $5\ m/s$
c) $5\sqrt{2}\ m/s$
d) $6\sqrt{2}\ m/s$
e) $5\sqrt{5}\ m/s$

5**.** (Unifor) 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 $200,00\ m/s$ 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 $1,70\ m$ do solo.

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

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

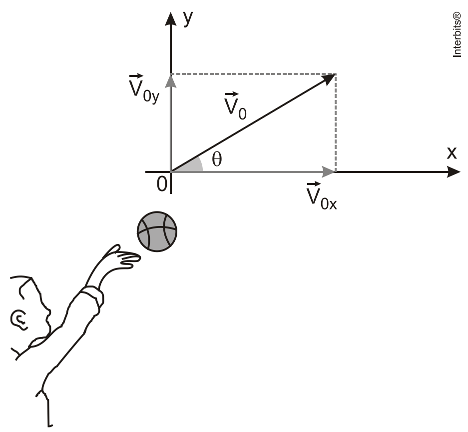
6. (Ufsm) Um trem de passageiros passa em frente a uma estação, com velocidade constante em relação a um referencial fixo no solo. Nesse instante, um passageiro deixa cair sua câmera fotográfica, que segurava próxima a uma janela aberta. Desprezando a resistência do ar, a trajetória da câmera no referencial fixo do trem é ___________, enquanto, no referencial fixo do solo, a trajetória é ___________. O tempo de queda da câmera no primeiro referencial é ___________ tempo de queda no outro referencial.
Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.
a) parabólica — retilínea — menor que o
b) parabólica — parabólica — menor que o
c) retilínea — retilínea — igual ao
d) retilínea — parabólica — igual ao
e) parabólica — retilínea — igual ao

7. (Uerj) 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) $A_1 = A_2 = A_3$

8. (Pucsp) Dois amigos, Berstáquio e Protásio, distam de 25,5 m. Berstáquio lança obliquamente uma bola para Protásio que, partindo do repouso, desloca-se ao encontro da bola para segurá-la. No instante do lançamento, a direção da bola lançada por Berstáquio formava um ângulo $\theta$ com a horizontal, o que permitiu que ela alcançasse, em relação ao ponto de lançamento, a altura máxima de 11,25 m e uma velocidade de 8 m/s nessa posição. Desprezando o atrito da bola com o ar e adotando $g = 10 m/s^2$, podemos afirmar que a aceleração de Protásio, suposta constante, para que ele consiga pegar a bola no mesmo nível do lançamento deve ser de




a) $\frac{1}{2}\,m/s^2$

b) $\frac{1}{3}\,m/s^2$

c) $\frac{1}{4}\,m/s^2$

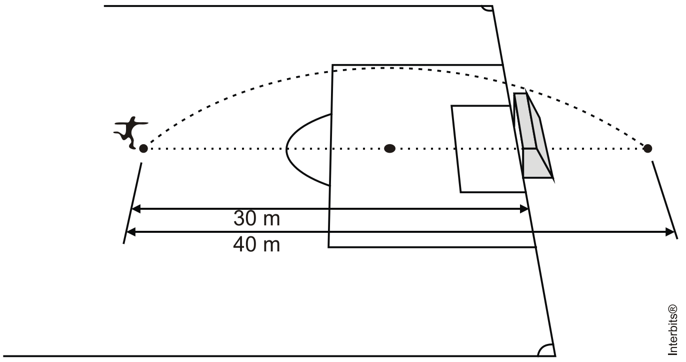
d) $\frac{1}{5}\,m/s^2$

e) $\frac{1}{10}\,m/s^2$

9**.** (Ucs) 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: $5,7\text{ m}.$ 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 $0,7\text{ s},$ 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 $10\text{ m/s}^2$, $\cos 60° = 0,5$ e $\text{sen}\,60° = 0,87$.)

a) $1,5\text{ m/s}$
b) $5,5\text{ m/s}$
c) $6,0\text{ m/s}$
d) $8,0\text{ m/s}$
e) $11,0\text{ m/s}$

10**.** (Unicamp) 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

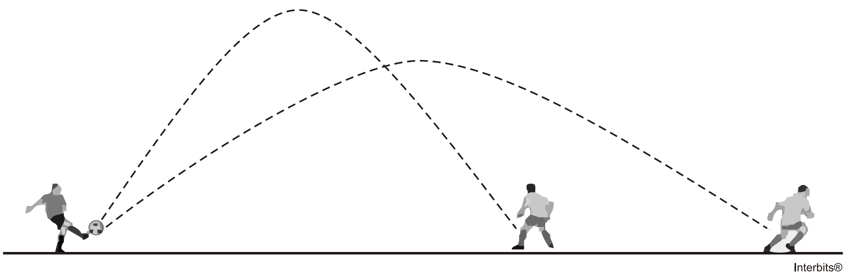



a) 4,1 e 4,4 m.
b) 3,8 e 4,1 m.
c) 3,2 e 3,5 m.
d) 3,5 e 3,8 m.

11**.** (Fuvest)  Uma menina, segurando uma bola de tênis, corre com velocidade constante, de módulo igual a 10,8 km/h, em trajetória retilínea, numa quadra plana e horizontal.
Num certo instante, a menina, com o braço esticado horizontalmente ao lado do corpo, sem alterar o seu estado de movimento, solta a bola, que leva 0,5 s para atingir o solo. As distâncias $s_m$ e $s_b$ percorridas, respectivamente, pela menina e pela bola, na direção horizontal, entre o instante em que a menina soltou a bola (t = 0 s) e o instante t = 0,5 s, valem:

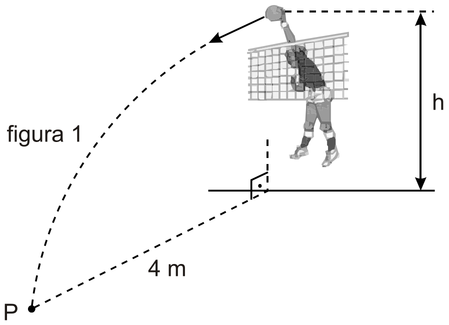
**NOTE E ADOTE**
Desconsiderar efeitos dissipativos.
a) $s_m$ = 1,25 m e $s_b$ = 0 m.
b) $s_m$ = 1,25 m e $s_b$ = 1,50 m.
c) $s_m$ = 1,50 m e $s_b$ = 0 m.
d) $s_m$ = 1,50 m e $s_b$ = 1,25 m.
e) $s_m$ = 1,50 m e $s_b$ = 1,50 m.

12**.** (Uff)  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.

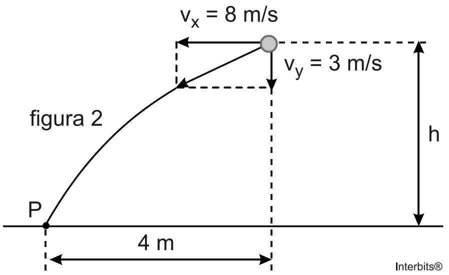



Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.
a) Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
b) Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia 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.

13**.** (Uftm)  Num jogo de vôlei, uma atacante acerta uma cortada na bola no instante em que a bola está parada numa altura h acima do solo. Devido à ação da atacante, a bola parte com velocidade inicial $V_0$, com componentes horizontal e vertical, respectivamente em módulo, $V_x$ = 8 m/s e $V_y$ = 3 m/s, como mostram as figuras 1 e 2.




Após a cortada, a bola percorre uma distância horizontal de 4 m, tocando o chão no ponto P.



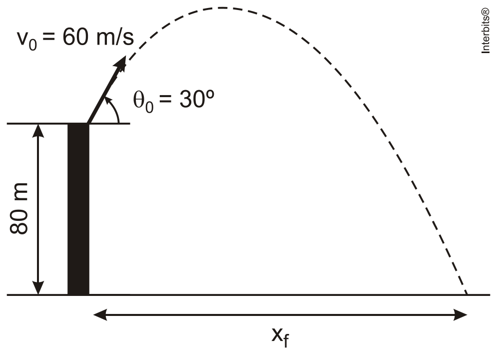

Considerando que durante seu movimento a bola ficou sujeita apenas à força gravitacional e adotando g = 10 m/s$^2$, a altura h, em m, onde ela foi atingida é
a) 2,25.
b) 2,50.
c) 2,75.
d) 3,00.
e) 3,25.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Um trem em alta velocidade desloca-se ao longo de um trecho retilíneo a uma velocidade constante de 108 km/h. Um passageiro em repouso arremessa horizontalmente ao piso do vagão, de uma altura de 1 m, na mesma direção e sentido do deslocamento do trem, uma bola de borracha que atinge esse piso a uma distância de 5 m do ponto de arremesso.

14**.** (Uerj) O intervalo de tempo, em segundos, que a bola leva para atingir o piso é cerca de:
a) 0,05
b) 0,20
c) 0,45
d) 1,00

15**.** (Uerj) Se a bola fosse arremessada na mesma direção, mas em sentido oposto ao do deslocamento do trem, a distância, em metros, entre o ponto em que a bola atinge o piso e o ponto de arremesso seria igual a:
a) 0
b) 5
c) 10
d) 15

16**.** (Ufop) Uma pessoa lança uma pedra do alto de um edifício com velocidade inicial de 60 m/s e formando um ângulo de 30º com a horizontal, como mostrado na figura abaixo. Se a altura do edifício é 80 m, qual será o alcance máximo ($x_f$) da pedra, isto é, em que posição horizontal ela atingirá o solo? (dados: sen 30º = 0,5, cos 30º = 0,8 e g = 10 m/s$^2$).




a) 153 m
b) 96 m
c) 450 m
d) 384 m

17. (Pucrj) Um superatleta de salto em distância realiza o seu salto procurando atingir o maior alcance possível. Se ele se lança ao ar com uma velocidade cujo módulo é 10 m/s, e fazendo um ângulo de 45$^o$ em relação a horizontal, é correto afirmar que o alcance atingido pelo atleta no salto é de:

(Considere g = 10 m/s$^2$)

a) 2 m.
b) 4 m.
c) 6 m.
d) 8 m.
e) 10 m.

18. (Uft) 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

**Gabarito:**

**Resposta da questão 1:**
[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 2:**
[C]

Depois de lançado, a componente horizontal da velocidade vetorial do pacote não mais se altera, pois não há forças aplicadas no pacote nessa direção. Ou seja, nessa direção o movimento é retilíneo e uniforme. Se cada pacote lançado atinge o solo em um ponto exatamente embaixo do helicóptero, então a aeronave também está em MRU, sendo, então, **constante a velocidade** e **nula e aceleração**.

**Resposta da questão 3:**
[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 4:**
[E]

**1ª Solução:**
O tempo de queda da esfera é igual ao tempo para ela avançar 5 m com velocidade horizontal constante de $\mathbf{v_0}$ = 5 m/s.

$$t = \frac{x}{v_0} = \frac{5}{5} = 1\ \text{s}.$$

A componente vertical da velocidade é:

$$v_y = v_{0y} + g\ t \ \Rightarrow\ v_y = 0 + 10(1) \ \Rightarrow\ v_y = 10\ \text{m/s}.$$

Compondo as velocidades horizontal e vertical no ponto de chegada:

$$v^2 = v_0^2 + v_y^2 \ \Rightarrow\ v = \sqrt{5^2 + 10^2} \ \Rightarrow\ v = \sqrt{125} \ \Rightarrow$$

$$v = 5\sqrt{5}\ \text{m/s}.$$

**2ª Solução:**
Calculando a altura de queda:

$$h = \frac{1}{2} g\ t^2 \ \Rightarrow\ h = 5(1)^2 \ \Rightarrow\ h = 5\ \text{m}.$$

Pela conservação da energia mecânica:

$\frac{m\ v^2}{2} = m\ g\ h + \frac{m\ v_0^2}{2} \ \Rightarrow\ v = \sqrt{v_0^2 + 2\ g\ h} \ \Rightarrow\ v = \sqrt{5^2 + 2(10)(5)} = \sqrt{125} \ \Rightarrow$
$v = 5\sqrt{5}$ m/s.

**Resposta da questão 5:**
[B]

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

**<u>1ª Solução</u>:**
Decompondo a velocidade inicial nas direções horizontal e vertical:

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

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

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

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

**<u>2ª Solução</u>:**
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 6:**
[D]

A câmera tem a mesma velocidade do trem. Então, para um referencial fixo no trem ela descreve trajetória retilínea vertical; para um referencial fixo no solo trata-se de um lançamento horizontal, descrevendo a câmera um arco de parábola. O tempo de queda é o mesmo para qualquer um dos dois referenciais.

**Resposta da questão 7:**
[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:

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

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 8:**
[B]

Dados: **D** = 25,5 m; **H** = 11,25 m; $\mathbf{v_x}$ = 8 m/s; **g** = 10 m/s$^2$.
Sabemos que no ponto mais alto a componente vertical ($\mathbf{v_y}$) da velocidade é nula. Aplicando, então, a equação de Torricelli ao eixo y:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2\ g\ \Delta y \ \Rightarrow\ 0 = v_{0y}^2 - 2\ g\ H \ \Rightarrow\ v_{0y} = \sqrt{2\ g\ H} = \sqrt{2(10)(11{,}25)} = \sqrt{225} \Rightarrow$$

$$v_{0y} = 15\ \text{m/s}.$$

Aplicando a equação da velocidade, também no eixo y, calculemos o tempo de subida ($\mathbf{t_s}$).

$$v_y = v_{0y} - g\ t \ \Rightarrow\ 0 = v_{0y} - g\ t_s \ \Rightarrow\ t_s = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{15}{10} \ \Rightarrow\ t_s = 1{,}5\ \text{s}.$$

O tempo total ($\mathbf{t_T}$) é:

$$t_T = 2\ t_s = 2(1{,}5) \ \Rightarrow\ t_T = 3\ \text{s}.$$

Na direção horizontal a componente da velocidade ($\mathbf{v_x}$) é constante. O alcance horizontal (**A**) é, então:

$$A = v_x\ t_T \ \Rightarrow\ A = 8(3) \ \Rightarrow\ A = 24\ \text{m}.$$

Para pegar a bola, Protásio deverá percorrer:

$$\Delta S = D - A = 25{,}5 - 24 \ \Rightarrow\ \Delta S = 1{,}5\ \text{m}.$$

Como a aceleração é suposta constante, o movimento é uniformemente variado. Então:

$$\Delta S = \frac{1}{2} a\ t_T^2 \ \Rightarrow\ 1{,}5 = \frac{1}{2} a (3)^2 \ \Rightarrow\ a = \frac{1}{3}\ \text{m/s}^2.$$

**Resposta da questão 9:**
[D]

Dados: $\mathbf{t_{sub}}$ = 0,7 s; **A** = 5,7 m; **g** = 10 ms$^2$; $\boldsymbol{\theta}$ = 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 ($\mathbf{t_{sub}}$) e o alcance horizontal (**A**) foi igual a 5,7 m.
No lançamento oblíquo, a componente horizontal da velocidade de lançamento ($\mathbf{v_{0x}}$) é constante, portanto o movimento é uniforme. Então:

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

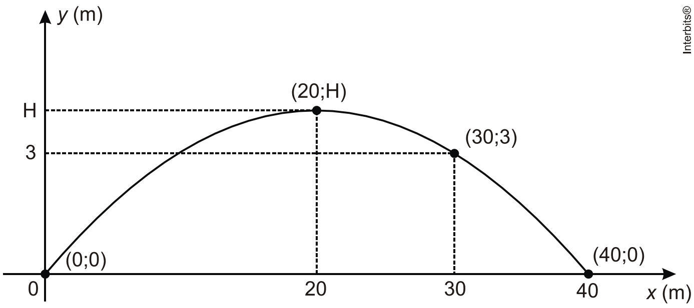
$$5{,}7 = v_0 \left(\frac{1}{\cancel{2}}\right)(\cancel{2} \times 0{,}7) \ \Rightarrow v_0 = \frac{5{,}7}{0{,}7} = 8{,}14 \ \Rightarrow$$

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

**Resposta da questão 10:**
[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:
$y = a(x - 0)(x - 40) \quad \Rightarrow \quad y = ax^2 - 40ax.$

Para x = 30 ⇒ y = 3. Então:
$3 = a(30)^2 - 40a(30) \quad \Rightarrow \quad 3 = 900a - 1200a \quad \Rightarrow \quad a = -\frac{1}{100}.$

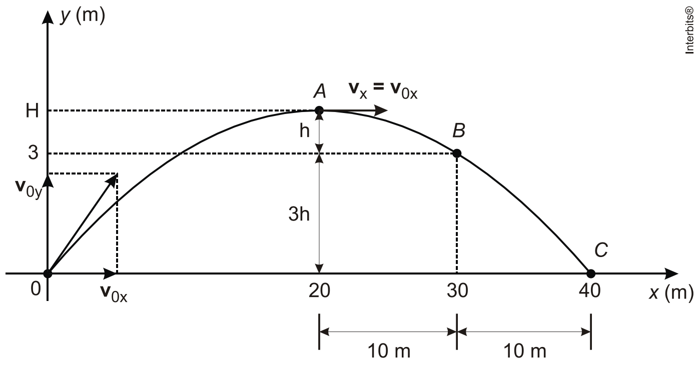
Assim, a equação da parábola mostrada é:

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

Para x = 20 ⇒ h = H. Então:

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

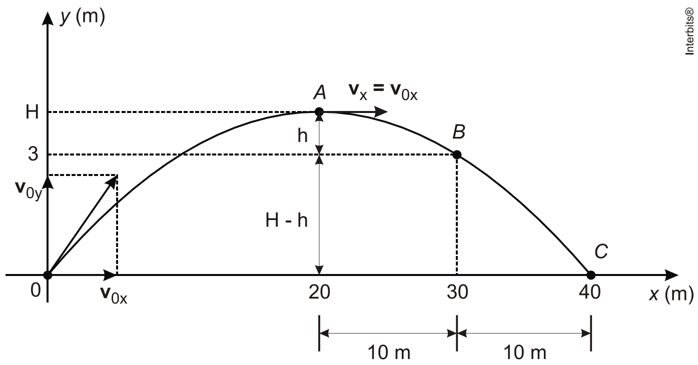
**2ª Solução (Física):**
Pela regra de Galileu, sabemos que, para qualquer movimento uniformemente variado (M.U.V.) com velocidade inicial nula, os espaços percorridos em intervalos de tempo (**Δt**) iguais e subsequentes, as distâncias percorridas são: **d**, **3d**, **5d**, **7d**...
Ora, a queda livre 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 (**Δt**) 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:
$3h = 3 \quad \Rightarrow \quad h = 1\ m.$
$\text{Mas}: \ H = 3h + h = 3 + 1 \quad \Rightarrow \quad H = 4\ m.$

**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 (**$v_x = v_{0x}$**). 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:

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

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

**Resposta da questão 11:**
[E]

Dados: $\mathbf{v_x}$ = 10,8 km/h = 3 m/s, $\mathbf{t_{queda}}$ = 0,5 s.
Durante a queda, a velocidade horizontal da bola é igual à velocidade da menina. Portanto:
$s_m = s_b = v_x\, t_{queda} = 3\,(0{,}5) = 1{,}5$ m.

**Resposta da questão 12:**
[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 13:**
[C]

Na direção horizontal (x) o movimento é uniforme. Assim, podemos calcular o tempo (**t**) que a bola leva para tocar o chão.

$$v_x = \frac{\Delta x}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\Delta x}{v_x} = \frac{4}{8} \quad \Rightarrow \quad t = 0,5 \text{ s.}$$

Na direção vertical (y) o movimento é uniformemente variado, com aceleração igual à da gravidade (**g**).

$$h = v_{oy}t + \frac{g\,t^2}{2} \quad \Rightarrow \quad h = 3\left(0,5\right) + \frac{10\left(0,5\right)^2}{2} = 1,5 + 1,25 \quad \Rightarrow$$
$$h = 2,75 \text{ m.}$$

**Resposta da questão 14:**
[C]

Como se trata de um lançamento horizontal, o tempo de queda é o mesmo do tempo de queda da queda livre:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(1)}{10}} = \frac{\sqrt{20}}{10} = \frac{4,5}{10} \Rightarrow \text{ t = 0,45 s.}$$

**Resposta da questão 15:**
[B]

Se a velocidade relativa ao vagão é a mesma, o alcance horizontal relativo ao vagão também é o mesmo, ou seja, 5 m.

**Resposta da questão 16:**
[D]

As componentes horizontal e vertical da velocidade inicial são:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos\theta_0 = v_0 \cos 30^\circ = 60 \times 0,8 = 48 \text{ m/s.} \\ v_{0y} = v_0 \text{sen}\theta_0 = v_0 \text{sen} 30^\circ = 60 \times 0,5 = 30 \text{ m/s.} \end{cases}$$

Adotando referencial no solo e orientando a trajetória para cima temos:
$y_0$ = 80 m; $v_{0y}$ = 30 m/s e g = -10 m/s$^2$.

Desprezando os efeitos do ar, a equação do movimento no eixo y é:

$$y = y_0 + v_{0y}\ t + \frac{1}{2} a\ t^2 \quad \Rightarrow \quad y = 80 + 30\ t - 5\ t^2.$$

Quando a pedra atinge o solo, y = 0. Substituindo:

$$0 = 80 + 30\ t - 5\ t^2 \quad \Rightarrow \quad t^2 - 6\ t - 16 = 0 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{6 \pm \sqrt{36 + 4(1)(16)}}{2} \quad \Rightarrow$$

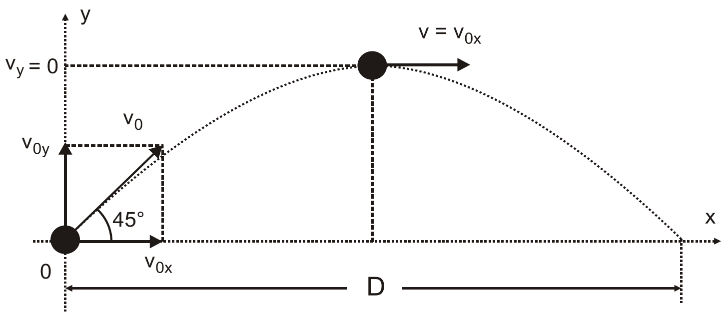
$$t = \frac{6 \pm 10}{2} \begin{cases} t = 8\ \text{s.} \\ t = -2\ \text{s (não convém).} \end{cases}$$

No eixo x o movimento é uniforme. A equação é:

$$x = x_0 + v_{0x}\ t \quad \Rightarrow \quad x = 0 + 48(8) \quad \Rightarrow \quad x = 384\ \text{m.}$$

**Resposta da questão 17:**
[E]

Dados: $\mathbf{v_0}$ = 10 m/s; $\boldsymbol{\theta}$ = 45°; **g** = 10 ms/[2].




$$v_{0x} = v_0 \cos 45° = 10 \frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}\ \text{m/s.}$$

$$v_{0y} = v_0\, \text{sen}\, 45° = 10 \frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}\ \text{m/s}$$

No eixo y o movimento é uniformemente variado, com a = –g.
Calculemos o tempo de subida (**$t_{sub}$**), notando que no ponto mais alto $\mathbf{v_y}$ = 0.

$$v_y = v_{oy} - g\,t \;\Rightarrow\; 0 = 5\sqrt{2} - 10\, t_{sub} \Rightarrow \; t_{sub} = \frac{\sqrt{2}}{2}\ \text{s.}$$

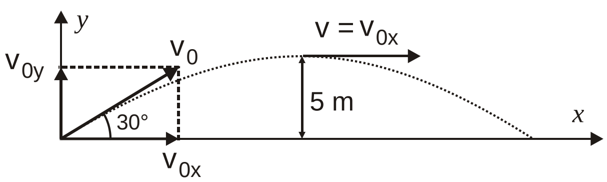
Como o tempo de subida é igual ao de descida, o tempo total (**$t_T$**) é:

$$t_T = 2\, t_{sub} = \sqrt{2}\ \text{s.}$$

No eixo x o movimento é uniforme, com velocidade igual a $\mathbf{v_{0x}}$. O alcance horizontal (**D**) é:

$$D = v_{0x}\, t_T = 5\sqrt{2} \times \sqrt{2} \;\Rightarrow\; D = 10\ \text{m.}$$

**Resposta da questão 18:**
[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:
$v_{0y} = v_0 \operatorname{sen} 30° \Rightarrow 10 = v_0 \dfrac{1}{2} \Rightarrow v_0 = 20$ m/s.