

Lançamento horizontal

Resumo

O lançamento horizontal é aquele que ocorre quando a velocidade do objeto é horizontal e a partir daí ele fica sob ação exclusiva da gravidade.

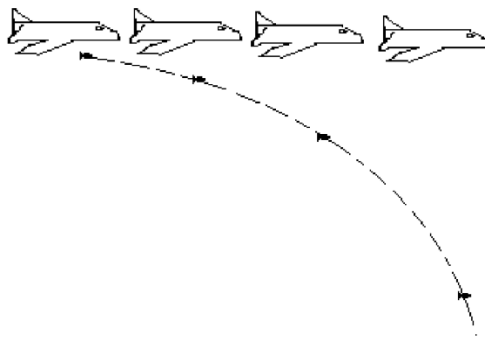
Os casos comuns são aqueles em que um avião lança uma bomba, uma bola rola sobre uma mesa e cai ou semelhantes.

Para resolver um problema de lançamento horizontal é preciso entender que o movimento é o resultado de dois movimentos:

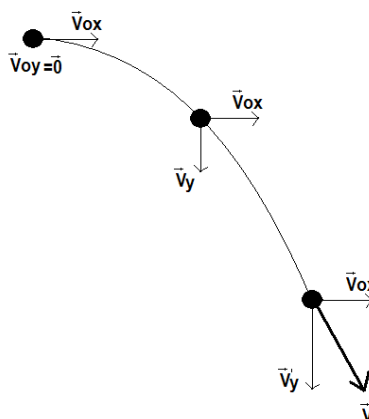
No eixo horizontal o objeto não possui nenhuma aceleração, fazendo, portanto, um movimento uniforme (e usando as equações de MU).

No eixo vertical o corpo executa uma queda livre sob ação da gravidade (usa-se, portanto, as equações contraídas de MUV – equações da queda livre).

Um detalhe importante é perceber que (sem resistência do ar) um objeto abandonado em movimento por outro, continua exatamente abaixo dele. É o caso do avião que solta uma bomba. A velocidade horizontal da bomba será a mesma do avião, a diferença é que ela se afastará da linha horizontal que foi largada em queda livre.



Os vetores velocidade horizontal e velocidade vertical são ilustrados na figura a seguir.

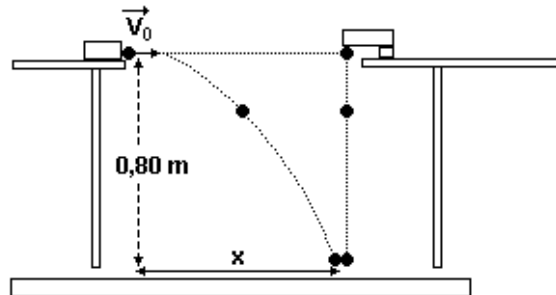


Veja que a velocidade horizontal V_{0x} fica constante todo o tempo de queda, enquanto a velocidade vertical inicia-se no zero e vai aumentando. A velocidade do objeto é a soma vetorial das componentes e ficará tangente à trajetória.

Exercícios

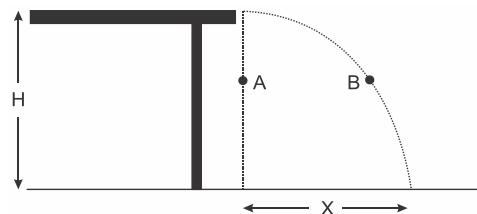
1. Uma menina, segurando uma bola de tênis, corre com velocidade constante, de módulo igual a 10,8 km/h, em trajetória retilínea, numa quadra plana e horizontal. Num certo instante, a menina, com o braço esticado horizontalmente ao lado do corpo, sem alterar o seu estado de movimento, solta a bola, que 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.
2. Em um campeonato recente de voo de precisão, os pilotos de avião deveriam "atirar" um saco de areia dentro de um alvo localizado no solo. Supondo que o avião voe horizontalmente a 500 m de altitude com uma velocidade de 144 km/h e que o saco é deixado cair do avião, ou seja, no instante do "tiro" a componente vertical do vetor velocidade é zero, podemos afirmar que: Considere a aceleração da gravidade $g=10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar)
- a) o saco deve ser lançado quando o avião se encontra a 100 m do alvo;
 - b) o saco deve ser lançado quando o avião se encontra a 200 m do alvo;
 - c) o saco deve ser lançado quando o avião se encontra a 300 m do alvo;
 - d) o saco deve ser lançado quando o avião se encontra a 400 m do alvo;
 - e) o saco deve ser lançado quando o avião se encontra a 500 m do alvo.

3. Duas mesas de 0,80 m de altura estão apoiadas sobre um piso horizontal, como mostra a figura a seguir. Duas pequenas esferas iniciam o seu movimento simultaneamente do topo da mesa: 1) a primeira, da mesa esquerda, é lançada com velocidade \vec{V}_0 na direção horizontal, apontando para a outra esfera, com módulo igual a 4m/s; 2) a segunda, da mesa da direita, cai em queda livre.



Sabendo que elas se chocam no momento em que tocam o chão, determine o tempo de queda das esferas e a distância x horizontal entre os pontos iniciais do movimento.

- a) $t = 0,4 \text{ s}$; $\Delta S = 1,6 \text{ m}$
 b) $t = 0,6 \text{ s}$; $\Delta S = 1,6 \text{ m}$
 c) $t = 1,0 \text{ s}$; $\Delta S = 1,6 \text{ m}$
 d) $t = 0,4 \text{ s}$; $\Delta S = 1,8 \text{ m}$
 e) $t = 0,4 \text{ s}$; $\Delta S = 2,0 \text{ m}$
4. Na figura, estão representadas as trajetórias de dois projéteis, A e B, no campo gravitacional terrestre. O projétil A é solto da borda de uma mesa horizontal de altura H e cai verticalmente; o projétil B é lançado da borda dessa mesa com velocidade horizontal de 1,5 m/s. (O efeito do ar é desprezível no movimento desses projéteis.)



Se o projétil A leva 0,4s para atingir o solo, qual será o valor do alcance horizontal X do projétil B?

- a) 0,2 m.
 b) 0,4 m.
 c) 0,6 m.
 d) 0,8 m.
 e) 1,0 m.

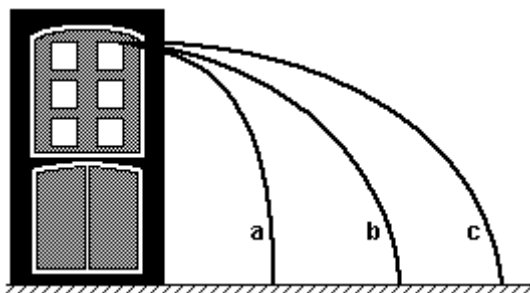
5. Três bolas – X, Y e Z – são lançadas da borda de uma mesa, com velocidades iniciais paralelas ao solo e mesma direção e sentido. A tabela abaixo mostra as magnitudes das massas e das velocidades iniciais das bolas.

Bolas	Massa (g)	Velocidade inicial (m/s)
X	5	20
Y	5	10
Z	10	8

As relações entre os respectivos tempos de queda t_x , t_y e t_z das bolas X, Y e Z estão apresentadas em:

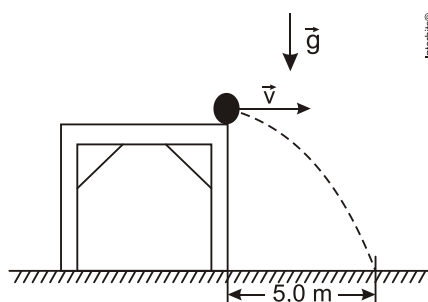
- a) $t_x < t_y < t_z$
 - b) $t_y < t_z < t_x$
 - c) $t_z < t_y < t_x$
 - d) $t_y = t_x = t_z$
6. As relações entre os respectivos alcances horizontais A_x , A_y e A_z das bolas X, Y e Z, com relação à borda da mesa, estão apresentadas em:
- a) $A_x < A_y < A_z$
 - b) $A_y = A_x = A_z$
 - c) $A_z < A_y < A_x$
 - d) $A_y < A_z < A_x$
7. Para um salto no Grand Canyon usando motos, dois paraquedistas vão utilizar uma moto cada, sendo que uma delas possui massa três vezes maior. Foram construídas duas pistas idênticas até a beira do precipício, de forma que no momento do salto as motos deixem a pista horizontalmente e ao mesmo tempo. No instante em que saltam, os paraquedistas abandonam suas motos e elas caem praticamente sem resistência do ar.
- As motos atingem o solo simultaneamente porque
- a) possuem a mesma inércia.
 - b) estão sujeitas à mesma força resultante.
 - c) têm a mesma quantidade de movimento inicial.
 - d) adquirem a mesma aceleração durante a queda.
 - e) são lançadas com a mesma velocidade horizontal.

8. Três pedras são atiradas horizontalmente, do alto de um edifício, tendo suas trajetórias representadas a seguir.



Admitindo-se a resistência do ar desprezível, é correto afirmar que, durante a queda, as pedras possuem

- a) acelerações diferentes.
 - b) tempos de queda diferentes.
 - c) componentes horizontais das velocidades constantes.
 - d) componentes verticais das velocidades diferentes, a uma mesma altura.
9. Uma esfera é lançada com velocidade horizontal constante de módulo $v=5\text{ m/s}$ da borda de uma mesa horizontal. Ela atinge o solo num ponto situado a 5 m do pé da mesa conforme o desenho abaixo.



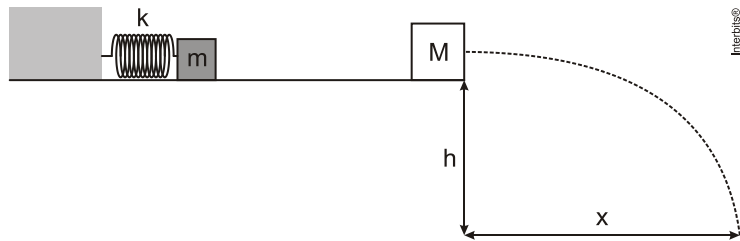
desenho ilustrativo - fora de escala

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

Dado: Aceleração da gravidade: $g=10\text{ m/s}^2$

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

10. Um bloco de massa m preso a uma mola de constante elástica k , ao ser pendurado verticalmente, atinge o equilíbrio quando a mola sofre uma elongação x_e . Em seguida, o bloco é desacoplado da mola e esse arranjo é montado sobre uma mesa horizontal sem atrito, conforme a figura apresentada a seguir.



Nessa situação, a mola com o bloco é comprimida de x_m e depois solta. O bloco de massa m colide com o bloco de massa M , que se encontra em repouso na extremidade da mesa, e fica preso a ele. Os dois blocos caem a uma distância x da extremidade da mesa. Sabe-se que a razão $h/x_e = 200$, que $M/m = 3$ e que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Considerando o exposto, determine, respectivamente:

O valor de x_e , em metros, para um tempo de queda de 1,0 s, e a razão m/k .

- a) $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ e $2,5 \times 10^{-3} \text{ s}^2$
- b) $2,5 \times 10^{-3} \text{ m}$ e $2,5 \times 10^{-2} \text{ s}^2$
- c) $2,3 \times 10^{-3} \text{ m}$ e $2,3 \times 10^{-2} \text{ s}^2$
- d) $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ e $2,3 \times 10^{-2} \text{ s}^2$
- e) $2,7 \times 10^{-3} \text{ m}$ e $2,7 \times 10^{-2} \text{ s}^2$

Gabarito

1. E

Dados: $v_x = 10,8 \text{ km/h} = 3 \text{ m/s}$, $t_{\text{queda}} = 0,5 \text{ s}$.

Durante a queda, a velocidade horizontal da bola é igual à velocidade da menina. Portanto:

$$s_m = s_b = v_x t_{\text{queda}} = 3 (0,5) = 1,5 \text{ m}.$$

2. D

O tempo de queda do saco de areia será:

$$h = gt^2/2 \rightarrow 500 = 10 \cdot t^2/2 \rightarrow t^2 = 100 \rightarrow t = 10 \text{ s}$$

Isto significa que o saco deve ser abandonado 10 s antes do avião sobrevoar do alvo. Como o avião está a 144 km/h ou 40 m/s, o saco deverá ser abandonado a $40 \cdot 10 = 400 \text{ m}$ antes do alvo.

3. A

$$\Delta S = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 0,8 = 5t^2 \rightarrow t = 0,4 \text{ s}$$

$$\Delta S = V \cdot t \rightarrow \Delta S = 4 \times 0,4 = 1,6 \text{ m}$$

4. C

Como a componente horizontal da velocidade se mantém constante e o tempo de queda é o mesmo para dos dois projéteis, temos:

$$x = v_x t = 1,5 \times 0,4 \Rightarrow \boxed{x = 0,6 \text{ m}}.$$

5. D

O movimento de queda das bolas é acelerado com a gravidade. Os tempos de queda são iguais.

6. C

Os movimentos horizontais são uniformes. Portanto, o maior alcance será o da bola com maior velocidade inicial.

7. D

Sendo desprezível a resistência do ar, durante a queda as duas motos adquirem a mesma aceleração, que é a aceleração da gravidade ($\vec{a} = \vec{g}$).

8. C

O lançamento horizontal de uma pedra, sem resistência do ar, pode ser desmembrado em dois movimentos:

- movimento uniforme na horizontal.

- queda livre a partir do repouso na vertical.

9. E

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

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

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:

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

10. A

Valor de x_e

Dados: $t = 1\text{s}$; $\frac{h}{x_e} = 200$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Aplicando a equação do tempo de queda para o lançamento horizontal:

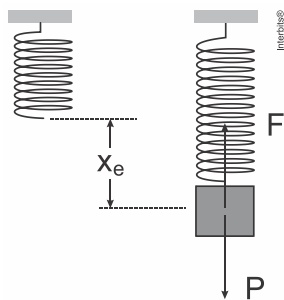
$$h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \Rightarrow h = 5\text{m.}$$

Aplicando esse resultado na expressão dada:

$$\frac{h}{x_e} = 200 \Rightarrow x_e = \frac{h}{200} = \frac{5}{200} \Rightarrow \boxed{x_e = 2,5 \times 10^{-2} \text{ m.}}$$

- A razão m/k .

Para a situação de equilíbrio, com o bloco de massa m suspenso:



$$P = F \Rightarrow mg = k x_e \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_e}{g} \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{2,5 \times 10^{-2}}{10} \left[\frac{\text{m}}{\text{m/s}^2} \right] \Rightarrow \boxed{\frac{m}{k} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ s}^2.}$$