

# MOVIMENTO SOB A AÇÃO DA GRAVIDADE

## QUEDA LIVRE

## LANÇAMENTO OBLÍQUO E HORIZONTAL



# QUEDA LIVRE

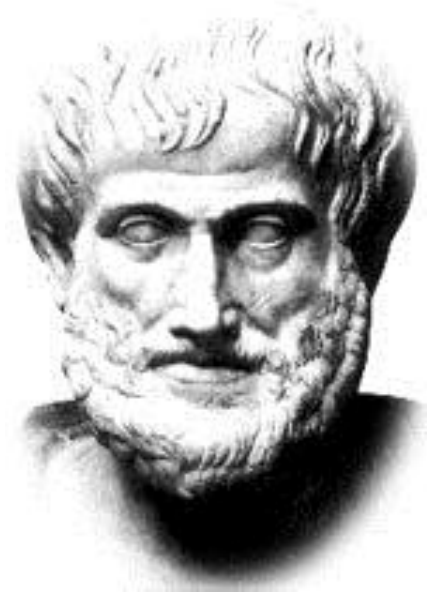
## MOVIMENTO SOB AÇÃO DA GRAVIDADE

**Na natureza podemos observar que um corpo abandonado dentro do campo gravitacional terrestre fica submetido a uma força de origem gravitacional**



Essa força é dirigida para o centro da terra.

A natureza, segundo Aristóteles, era dividida em quatro elementos fundamentais: terra, água, ar e fogo. Cada elemento ocupava um lugar específico e bem ordenado.

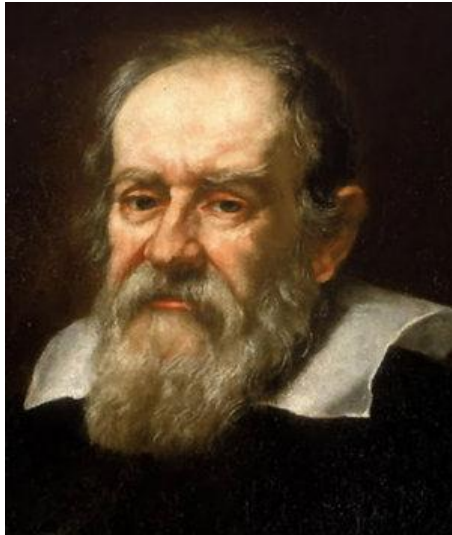


(c) Andy Brice 1998

Aristóteles afirmava que os corpos tinham seu lugar natural de acordo com sua posição e classificação em relação aos quatro elementos.

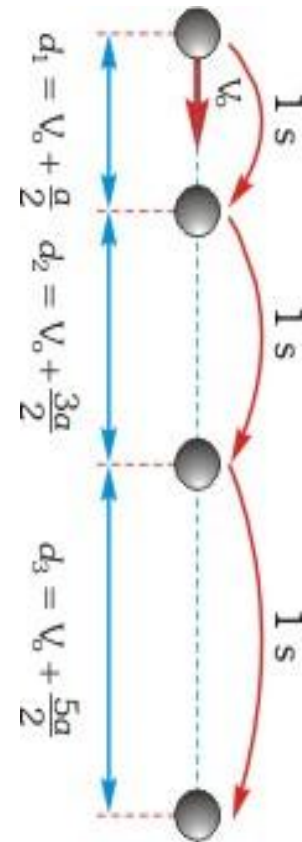
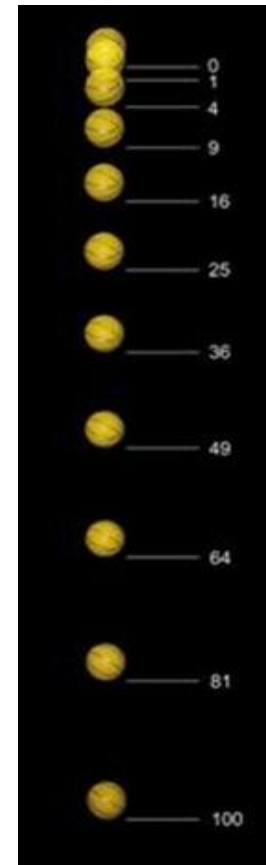
A queda dos corpos é definida de acordo com a proporção do elemento no material.

GALILEU GALILEI UTILIZANDO O METODO EXPERIMENTAL PROPÔS UMA EXPLICAÇÃO MAIS PERTINENTE, POIS SOUBE TRABALHAR E CONSIDERAR AS VÁRIAS VARIÁVEIS (INFLUÊNCIA DO AR).



A distância percorrida pelos corpos é proporcional ao quadrado do tempo de queda

$$d \approx t^2$$



Galileu analisando o movimento de corpos em planos inclinados descobriu que havia em padrão, e a partir disso deduziu a valor da aceleração de queda dos corpos.

O valor da aceleração da queda dos corpos, determinada por Galileu foi de  $g=9,8m/s^2$  ou  $g \cong 10m/s^2$



## História do bungee jumping -História

A história de bungee jumping pode ser rastreada mil anos atrás, que teve lugar em uma das ilhas de Vanuatu, Ilha Pentecostes(Austrália). Ela é chamada de Ilha de lendas e para provar isso nanggol marca, seus rituais são a prova perfeita.

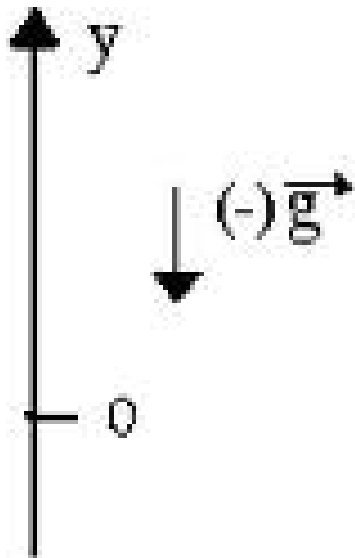
Na Ilha de Pentecostes , o bungee jumping é feito somente pelos homens, mas ele foi iniciado por uma mulher. Há também uma história por trás da origem do bungee jumping que um milênio atrás, uma mulher estava fugindo de seu marido nomeado Tamale e se esconder de seu marido, ela subiu em uma árvore alta. O marido avisou a descer, mas ela se recusou a descer. Então, ficando mais irritado, o marido subiu na árvore. Quando ele chegou perto dela, ela simplesmente pulou para a frente e pulou do galho de árvore de altura. Tamale para segurá-la da queda, também cai da árvore. Ele não percebeu que sua esposa amarrou o tornozelo pela liana vinha galho da árvore e viveu. Mas ele morreu para salvá-la.

A versão moderna de bungee jumping é também um ritual feito pelos caçadores de emoção para dar reverência à corrida crucial de adrenalina durante o mergulho para baixo de pontes elevadas ou com a ajuda de guias de corda bungee feita de elasticidade para controlar a queda livre. Considerando que, saltadores de bungee jump Pentecostes tome quaisquer medidas de segurança, bem como equipamentos modernos, apenas cordas e torres feitas de galhos e cipós mudas.

Vídeos

# ANALISE MATEMÁTICA DO MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE

Imaginemos um corpo sendo abandonado de uma determinada altura dentro campo gravitacional terrestre.



1° - O corpo cairá em linha reta

2° - A velocidade inicial do corpo é zero(foi abandonado)

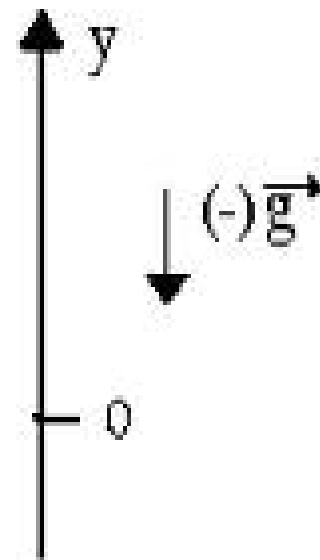
3° - Será um movimento acelerado e sua aceleração será constante  $a = g = 10m/s^2$

Como a queda livre é um movimento em linha reta com aceleração constante podemos representar esse movimento com as equações do MRUV.



### Sistema de referência-

Como podemos notar ao lado, foi adotado um eixo de referência orientado para cima, No entanto a aceleração da gravidade é dirigida para baixo pois a força(da gravidade) e a aceleração tem a mesma direção e sentido.



Como a aceleração da gravidade  $g$  é contrária a orientação do eixo seu valor terá que ser negativo.

funções	MRUV	QUEDALIVRE
Velocidade em relação ao tempo	$v = v_0 + at$	$v = v_0 - gt$
Posição em relação ao tempo	$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$s = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$
Velocidade em relação à posição	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$	$v^2 = v_0^2 - 2g\Delta s$

1-Uma experiência simples, realizada com a participação de duas pessoas, permite medir o tempo de reação de um indivíduo. Para isso, uma delas segura uma régua de madeira, de 1m de comprimento, por uma de suas extremidades, mantendo-a pendente na direção vertical. Em seguida pede ao colega para colocar os dedos em torno da régua, sem tocá-la, próximos da marca correspondente a 50cm, e o instrui para agarrá-la tão logo perceba que foi solta. Mostre como, a partir da aceleração da gravidade ( $g$ ) e da distância ( $d$ ) percorrida pela régua na queda, é possível calcular o tempo de reação dessa pessoa.





2-(Unicamp) De um ponto a 80m do solo um pequeno objeto P é abandonado e cai em direção ao solo. Outro corpo Q, um segundo antes, havia sido atirado para baixo, na mesma vertical, de um ponto a 180m do solo. Adote  $g=10\text{m/s}^2$  e despreze a ação do ar sobre os corpos. Sabendo-se que eles chegam juntos ao solo, a velocidade com que o corpo Q foi atirado tem módulo, em m/s, de

a) 100   b) 95   c) 50   d) 20   e) 11

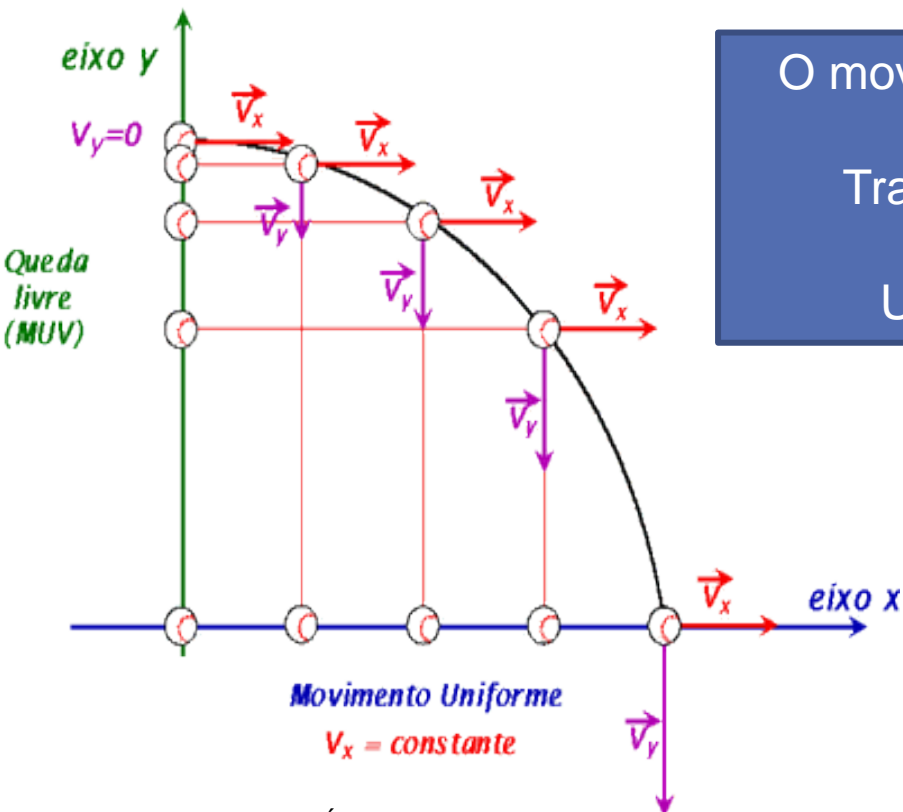
# LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento horizontal ou oblíquo, pode ser interpretado com um movimento ocorre:

HORIZONTALMENTE – na direção do eixo X

VERTICALMENTE – na direção do eixo Y

É um movimento composto ou há uma composição de movimento



O movimento na horizontal é representado por  $V_x$ .

Trata-se de um Movimento Uniforme  
 $V_x$ - constante

Utilizaremos as equações do MU

O movimento na vertical é representado por  $V_y$ .

Trata-se de um Movimento Uniformemente variado  
 $V_y$ - variável

Utilizaremos as equações do MUV

3-(FCC-SP)- Um avião precisa soltar um saco com mantimentos a um grupo de sobreviventes que está numa ilha. A velocidade horizontal do avião é constante e igual a  $100\text{m/s}$  com relação a ilha e sua altitude é  $2000\text{m}$ . Determine:

- A) Tempo de queda
- B) A distância horizontal que separa o avião dos sobrevivente , no instante do lançamento.

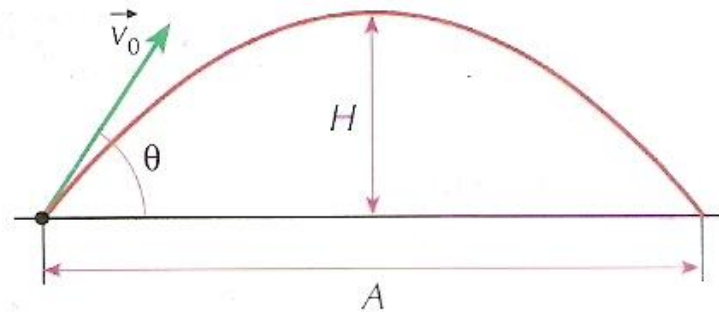


# LANÇAMENTO OBLÍQUO

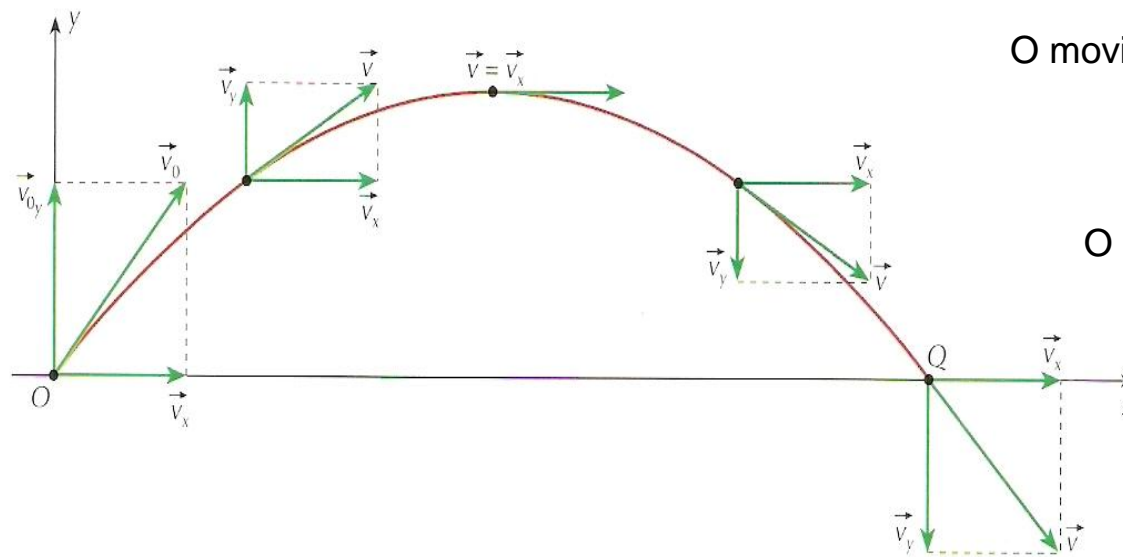
Como podemos observar, o lançamento oblíquo é caracterizado por um movimento no qual o objeto é lançado com uma velocidade  $V_0$  que faz uma determinada inclinação com a horizontal.

Neste movimento o corpo atinge uma altura  $H$ (máxima) e um determinado a distância horizontal máxima  $A$

A velocidade  $V_0$  pode ser decomposta em duas velocidades, uma na direção de  $X$  e outra na direção de  $Y$



**Figura 3.** Lançamento oblíquo no vácuo.



O movimento segundo o eixo horizontal tem velocidade constante

$$V_x = \text{constante} \neq 0$$

MU

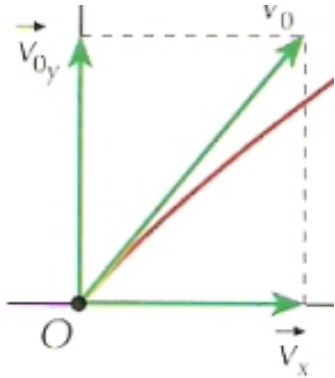
O movimento segundo o eixo vertical tem aceleração constante

$$V_y = \text{variável}$$

MUV

**Figura 7.** Em qualquer ponto da trajetória, a velocidade resultante  $\vec{v}$  é dada por  $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$ .

## ANÁLISE MATEMÁTICA DO LANÇAMENTO OBLIQUO



A velocidade  $V_x$  e  $V_y$  pode ser determinada usando as idéias de seno e cosseno

$$\text{sen}\theta = \frac{\text{c.o}}{\text{Hip}} \quad \text{sen}\theta = \frac{V_{0y}}{V_0}$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \text{sen}\theta$$

$$\text{cos}\theta = \frac{\text{c.a}}{\text{Hip}} \quad \text{cos}\theta = \frac{V_{0x}}{V_0}$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \text{cos}\theta$$

Obs – A velocidade da horizontal(M.U) não se altera

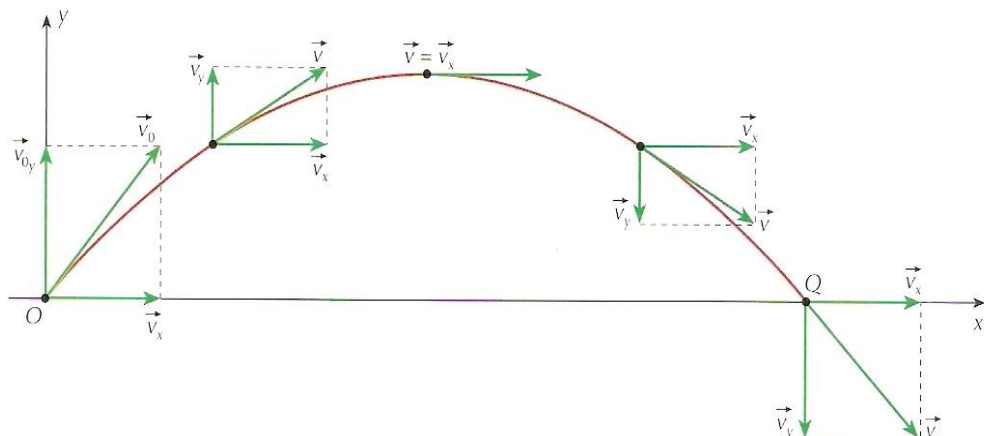


Figura 7. Em qualquer ponto da trajetória, a velocidade resultante  $\vec{v}$  é dada por  $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$ .

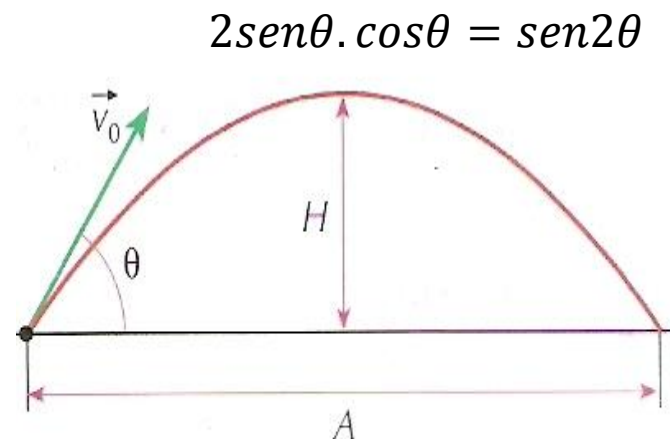


Figura 3. Lançamento oblíquo no vácuo.

O lançamento oblíquo, como podemos ver, é composto por dois tipos de movimentos, um na horizontal  $V_x$  e outro na vertical  $V_y$ .

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin\theta$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos\theta$$

### ALTURA MÁXIMA- $h_{MAX}$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2 \cdot gh_{MAX}$$

Sabendo que  $V_y = 0$

$$0^2 = (V_0 \cdot \sin\theta)^2 - 2 \cdot gh_{MAX}$$

$$h_{MAX} = \frac{(V_0 \cdot \sin\theta)^2}{2g}$$

profº CARLOS ALÍPIO

### ALCANCE - A

Podemos obter o tempo de subida com:

$$v_y = v_{0y} - gt$$

No ponto mais alto  
 $v_y = 0$

$$0 = v_0 \cdot \sin\theta - gt$$

$$t_{subida} = \frac{v_0 \cdot \sin\theta}{g}$$

Sabendo que o tempo de subida é igual ao de descida temos:

$$t_{total} = 2t_{subida}$$

$$t_{total} = \frac{2v_0 \cdot \sin\theta}{g}$$

$$A = V_x \cdot t_{total}$$

$$A = v_0 \cdot \cos\theta \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin\theta}{g}$$

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$



4-(PUC-SP) Suponha que em uma partida de futebol, o goleiro, ao bater o tiro de meta, chuta a bola, imprimindo-lhe uma velocidade  $v_0$  cujo vetor forma, com a horizontal, um ângulo  $\alpha$ . Desprezando a resistência do ar, são feitas as afirmações abaixo.

I - No ponto mais alto da trajetória, a velocidade vetorial da bola é nula.

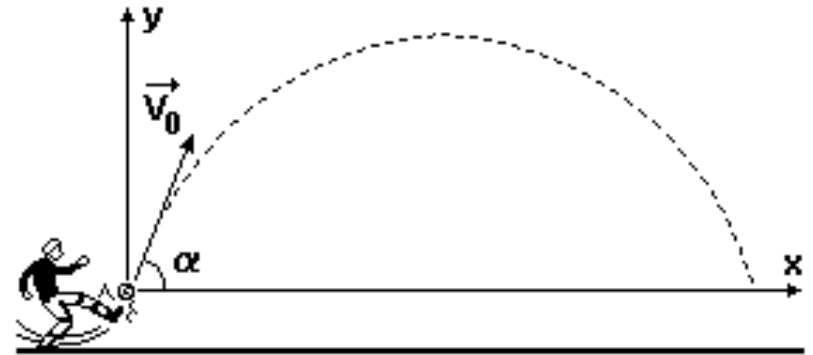
II - A velocidade inicial  $v_0$  pode ser decomposta segundo as direções horizontal e vertical.

III - No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da aceleração da gravidade.

IV - No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor  $v_y$  da componente vertical da velocidade.

Estão corretas:

- a) I, II e III
- b) I, III e IV
- c) II e IV
- d) III e IV



(UFMG2002) Observe esta figura:

Daniel está andando de skate em uma pista horizontal.

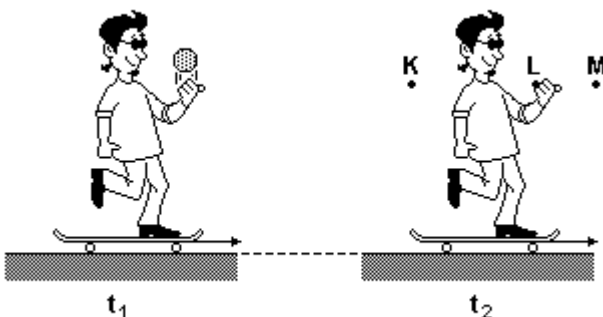
No instante  $t_0$ , ele lança uma bola, que, do seu ponto de vista, sobe verticalmente. A bola sobe alguns metros e cai, enquanto Daniel continua a se mover em trajetória retilínea, com velocidade constante.

No instante  $t_1$ , a bola retorna à mesma altura de que foi lançada.

Despreze os efeitos da resistência do ar.

Assim sendo, no instante  $t_1$ , o ponto em que a bola estará, MAIS provavelmente, é

- a) K.
- b) L.
- c) M.
- d) qualquer um, dependendo do módulo da velocidade de lançamento.



Um super atleta 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  $45^\circ$  em relação a horizontal, é correto afirmar que o alcance atingido pelo atleta no salto é de:

(Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

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

Num teste de balística, um projétil foi lançado do solo sob um ângulo  $\alpha$  ( $\text{sen}\alpha = 0,6$  e  $\text{cos}\alpha = 0,8$ ) retornando ao solo em 6,0 s. Considerando desprezível a resistência do ar e a aceleração da gravidade com o valor  $10\text{m/s}^2$ , a velocidade de lançamento do projétil, em m/s, e o respectivo alcance, em m, foram

- a) 50 e 240.
- b) 50 e 120.
- c) 40 e 240.
- d) 40 e 120.
- e) 30 e 240.