

# Roteiro 3 - Cinemática em 2D e 3D

## Leitura Recomendada

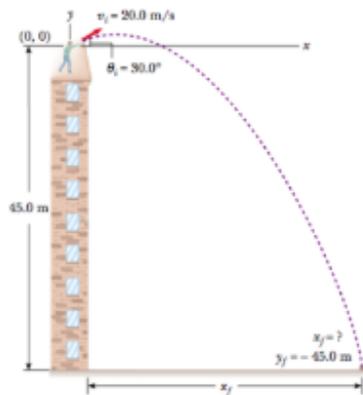
**Leitura 1:** Moysés Seções 3,4-3,6 (velocidade e aceleração vetorial, MU/MUV , movimento dos projéteis) ou Y&F Seções 3,1-3,3

**Leitura 2:** Moysés Seções 3,7 e 3,8 (movimento circular e aceleração tangencial) ou Y&F 3,4

Deixe sempre claro qual o referencial que está sendo utilizado, a orientação e a origem do sistema de coordenadas. Considere  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  quando necessário

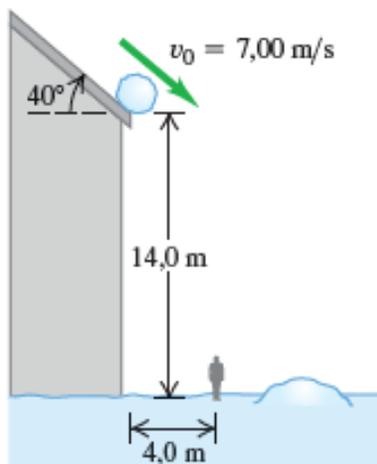
## Questões

- (Y&F-adaptado) Um livro de física escorrega horizontalmente para fora do topo de uma mesa com velocidade de  $1,10 \text{ m/s}$ . Ele atinge o solo em  $0,48 \text{ s}$ . Desprezando a resistência do ar. Determine:
  - A altura do topo da mesa até o solo;
  - A distância horizontal entre a extremidade da mesa e o ponto onde ele atingiu o solo;
  - As componentes horizontal e vertical da velocidade do livro e o módulo da velocidade imediatamente antes do livro atingir o solo.
- (HMN-adaptado) Um avião a jato voa para o Norte, de Brasília até Belém, a  $1.630 \text{ km}$  de distância, levando  $2\text{h } 10 \text{ min}$  nesse percurso. De lá, segue para Oeste, chegando a Manaus, distante  $1.290 \text{ km}$  de Belém, após  $1\text{h } 50 \text{ min}$  de voo. Determine:
  - Qual é o vetor deslocamento total do avião
  - Qual é o vetor velocidade média no trajeto Brasília – Belém
  - Qual é o vetor velocidade média no trajeto Brasília – Manaus
- (H)Uma pedra é lançada do topo de um prédio, com um ângulo de  $30^\circ$  acima da horizontal com uma velocidade de módulo  $20 \text{ m/s}$ . A altura do prédio é de  $45 \text{ m}$ .



- Quanto tempo a pedra leva para atingir o solo?
- A que distância horizontal a partir da origem a pedra atinge o solo?
- Qual a velocidade da pedra ao atingir o solo?
- Qual o deslocamento da pedra entre os instantes inicial e aquele no qual ela atinge o chão?

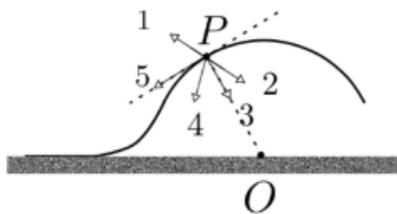
4. (Y&F-adaptado) Uma bola de neve rola do telhado de um celeiro que possui uma inclinação de  $40^\circ$  em relação à horizontal, como na figura. A extremidade do telhado está situada a 14,0 m acima do solo e o módulo da velocidade da bola de neve ao perder o contato com o telhado é de 7,00 m/s. Despreze a resistência do ar.



- (a) A que distância do celeiro a bola de neve atingirá o solo caso não colida com nada durante sua queda?
- (b) Um homem de 1,9 m de altura está parado a uma distância de 4,0 m da extremidade do celeiro. Ele será atingido pela bola de neve?
5. (P1 2012.2) Considere as seguintes afirmações sobre os vetores velocidade e aceleração de um corpo em movimento:
- I) A velocidade pode ser zero e a aceleração ser diferente de zero.
- II) O módulo do vetor velocidade pode ser constante, com o vetor velocidade mudando com o tempo.
- III) O vetor velocidade pode ser constante mas seu módulo variar com o tempo.
- IV) O vetor velocidade pode mudar de sentido com o tempo mesmo que o vetor aceleração permaneça constante.

São verdadeiras as afirmações:

- (a) I, II e III
- (b) I, II e IV
- (c) II e III
- (d) Todas as afirmações
- (e) Nenhuma das afirmações anteriores.
6. (P1 2014.1) Um carro, considerado como uma partícula, sobe uma lombada circular de centro de curvatura em O, como indica a figura. O módulo da velocidade do carro vai diminuindo a medida que ele sobe a lombada. Dadas as setas identificadas pelos números 1, 2, 3, 4 e 5 da figura, a que representar a aceleração do carro no ponto P da subida indicado é a número:



- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

7. (2C 2015.1) Uma partícula move-se na direção OX segundo a lei horária,  $x(t) = \alpha t^2 - \beta t^3$  onde  $\alpha$  e  $\beta$  são constantes positivas em unidades de  $\text{m/s}^2$  e  $\text{m/s}^3$ , respectivamente. A aceleração média entre os instantes  $t = 2$  s e  $t = 4$  s é igual a

- (a) a)  $2\alpha - 18\beta$
- (b) b)  $2\alpha - 8\beta$
- (c) c)  $4\alpha - 12\beta$
- (d) d)  $2\alpha - 12\beta$
- (e) e)  $4\alpha - 36\beta$

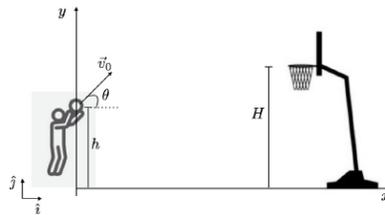
8. (P1 2014.1) Um projétil é lançado do solo com uma velocidade que faz um ângulo  $\theta_0$  com a horizontal ( $0 < \theta_0 < \pi/2$ ). Ignorando efeitos de resistência do ar e considerando o intervalo de tempo decorrido entre o instante do lançamento e o instante em que o projétil volta a altura em que foi lançado, pode-se afirmar que o ângulo entre o vetor velocidade média e o vetor aceleração média é:

- (a)  $\theta_0/2$
- (b)  $\pi/2$
- (c)  $\theta_0$
- (d)  $\pi + \theta_0/2$
- (e) zero

9. (P1 2012.1) Uma partícula descreve um movimento circular, com velocidade de módulo constante e igual a  $V$ . Num intervalo de tempo em que percorre  $1/4$  da circunferência, o módulo de seu vetor velocidade média é igual a:

- (a)  $\frac{1}{4} V$
- (b)  $2 V$
- (c)  $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} V$
- (d)  $\frac{2}{\pi} V$
- (e)  $\frac{\sqrt{2}}{2} V$

10. O vetor aceleração de uma partícula é dado por  $\vec{a} = -a_1\hat{i} - a_2\hat{j}$ , onde  $a_1$  e  $a_2$  são constantes positivas. Sabendo-se que a velocidade da partícula em  $t = 0$  é igual a  $v_0\hat{i}$ , com  $v_0 > 0$ , determine o vetor velocidade em função do tempo.
11. (P1 2023.1) Em um jogo de basquete, cada time faz muitas cestas (pontos). É mais vantajoso para um time fazer cestas de três pontos, mas nem sempre é fácil devido à distância dos jogadores à cesta. Os times do Flamengo e Botafogo estavam jogando no Maracanãzinho e um dos melhores jogadores do Botafogo estava com a posse de bola, pronto para fazer a cesta. A cesta está a uma altura  $H$  do chão. O jogador lança a bola de uma altura  $h$  e com velocidade de módulo  $v_0$ , fazendo um ângulo  $\theta$  com a horizontal, acertando a cesta.



Use o sistema de referências indicado na figura para responder todas as perguntas. Considere  $H > h$  e despreze a resistência do ar.

- (a) Quais são as forças que atuam na bola durante o movimento? Desenhe o diagrama de corpo livre para um ponto qualquer da trajetória.
- (b) Determine os vetores velocidade e aceleração da bola na altura máxima em termos dos unitários  $\hat{i}$  e  $\hat{j}$ .
- (c) Determine a expressão para a trajetória realizada pela bola.

- (d) Qual é a altura máxima atingida pela bola, em função da aceleração da gravidade  $g$ , da posição e velocidade iniciais?
  - (e) Obtenha a expressão para o instante  $t_H$  em que a bola atinge a cesta.
  - (f) Quais as componentes  $x$  e  $y$  da velocidade no instante em que ela alcança a cesta, em função da velocidade inicial, da aceleração da gravidade  $g$  e de  $t_H$ ? Qual é o seu módulo
12. (Desafio) Um macaco escapa do jardim zoológico e se refugia numa árvore. O guarda do zoológico tenta em vão fazê-lo descer e atira um dardo tranquilizante na direção do macaco. O esperto animal larga o galho no mesmo instante em que o dardo é disparado

(HMN) No problema do guarda e do macaco (Seç. 3.1), mostre analiticamente que o dardo tranquilizante atinge o macaco, e calcule o instante  $t$  que isto ocorre, para uma dada distância  $d$  entre eles e altura  $h$  do galho, sendo  $v_0$  a velocidade inicial da bala.

## Respostas:

1. a) 1,13 m  
b) 0,528 m  
c)  $v_x = 1,10 \text{ m/s}$ ;  $v_y = -4,70 \text{ m/s}$ ;  $|\vec{v}| = 4,83 \text{ m/s}$
2. a) 2.080 km direção e sentido:  $38^\circ,4$  a O da direção N; b) 730 km/h, direção e sentido N; c) 508 km/h, mesma direção e sentido de a).
3. a) 4,22 s  
b) 73 m  
c)  $\vec{v} = 17,3 \text{ m/s } \hat{i} - 31,4 \text{ m/s } \hat{j}$   
d)  $\Delta\vec{r} = 73 \text{ m } \hat{i} - 45 \text{ m } \hat{j}$
4. a) 6,91 m  
b) Não
5. Para gabarito de objetivas, discuta com os monitores.
6. Para gabarito de objetivas, discuta com os monitores.
7. Para gabarito de objetivas, discuta com os monitores.
8. Para gabarito de objetivas, discuta com os monitores.
9. Para gabarito de objetivas, discuta com os monitores.
10. Como as duas componentes da aceleração são constantes, temos MU em ambas as direções:  $\vec{v}(t) = (v_0 - a_1 t) \hat{i} - a_2 t \hat{j}$
11. b)  $\vec{v}_y = 0$ ;  $\vec{v}_x = v_0 \cos\theta \hat{i}$ ;  $\vec{a} = -g \hat{j}$   
c)  $y(x) = h + x \tan\theta - \frac{gx^2}{2v_0 \cos^2\theta}$   
d)  $h + \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$   
e)  $t_H = \frac{v_0 \sin\theta + \sqrt{v_0^2 \sin^2\theta - 2g(H - h)}}{g}$   
f)  $\vec{v}_x = v_0 \cos\theta \hat{i}$ ;  $\vec{v}_y = v_0 \sin\theta - gt_H \hat{j}$ ;  $|\vec{v}| = \sqrt{v_0^2 \cos^2\theta + (v_0 \sin\theta - gt_H)^2}$
12.  $t = \frac{\sqrt{h^2 + H^2}}{v_0}$