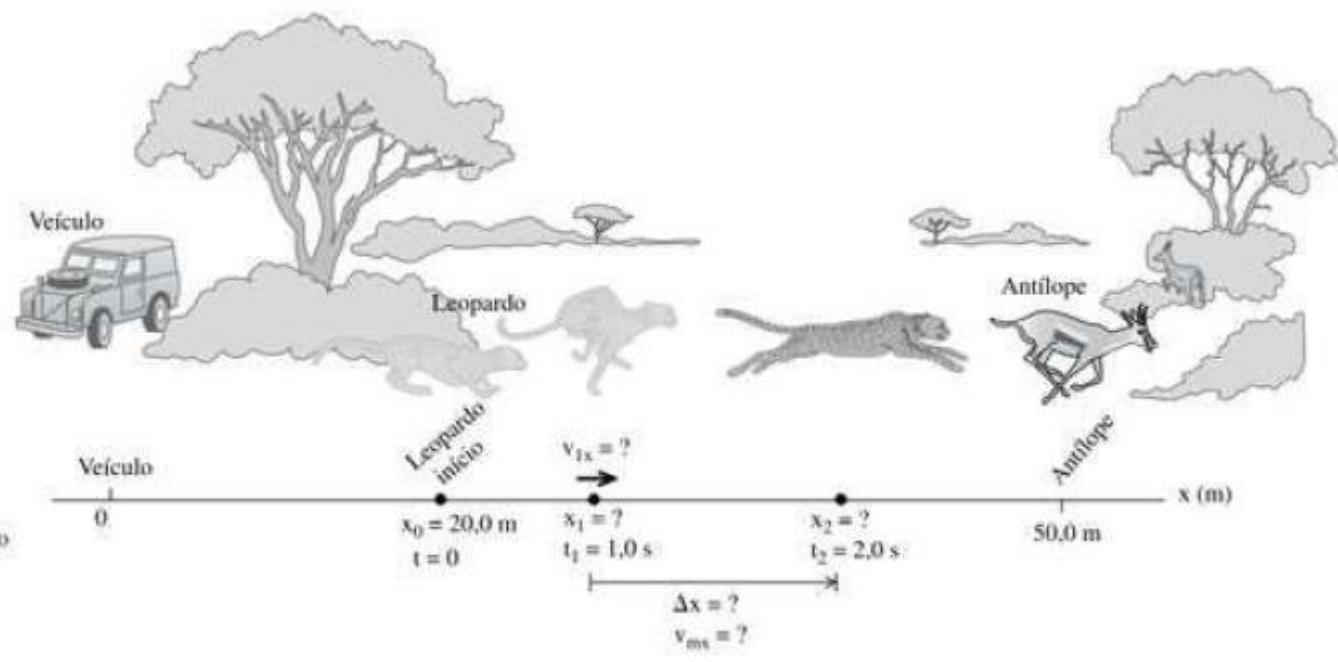


Física Geral 1 - Movimento Retilíneo Engenharia de Produção

Aula remota síncrona
08/07/2020

VELOCIDADE MÉDIA E VELOCIDADE INSTANTÂNEA Um leopardo africano está de tocaia a 20 m a leste de um jipe blindado de observação (Figura 2.6a). No instante $t = 0$, o leopardo começa a perseguir um antílope situado a 50 m a leste do observador. O leopardo corre ao longo de uma linha reta. A análise posterior de um vídeo mostra que durante os 2,0 s iniciais do ataque, a coordenada x do leopardo varia com o tempo de acordo com a equação $x = 20 \text{ m} + (5,0 \text{ m/s}^2)t^2$.

- Determine o deslocamento do leopardo durante o intervalo entre $t_1 = 1,0 \text{ s}$ e $t_2 = 2,0 \text{ s}$.
- Ache a velocidade instantânea durante o mesmo intervalo de tempo.
- Ache a velocidade instantânea no tempo $t_1 = 1,0 \text{ s}$, considerando $\Delta t = 0,1 \text{ s}$, logo $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ e, a seguir, $\Delta t = 0,001 \text{ s}$.
- Deduza uma expressão geral para a velocidade instantânea em função do tempo e, a partir dela, calcule a velocidade para $t = 1,0 \text{ s}$ e $t = 2,0 \text{ s}$.



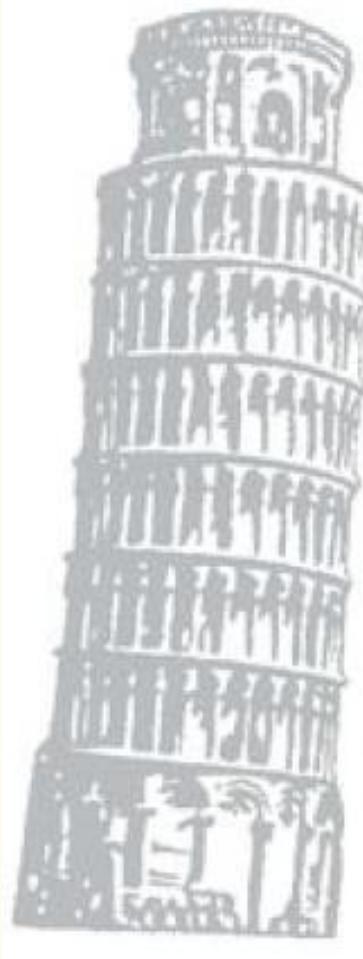
Queda livre - MRUV

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t \pm \frac{g \cdot t^2}{2}$$

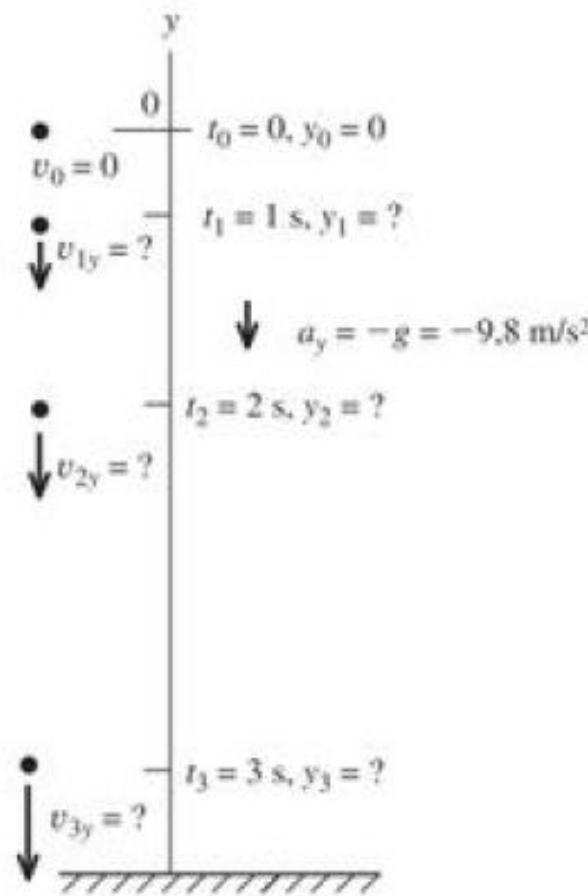
$$v = v_0 \pm g \cdot t$$

$$v^2 = v_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot h$$

A Torre de Pisa



Nosso desenho do problema



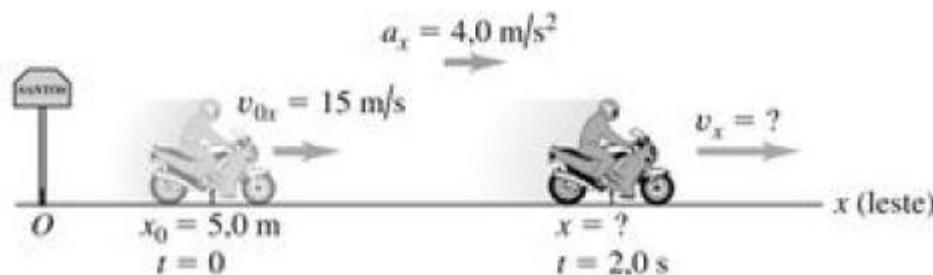
MOVIMENTO PARA CIMA E PARA BAIXO EM QUEDA LIVRE

Você arremessa uma bola de baixo para cima do topo de um edifício alto. A bola deixa sua mão com velocidade de 15 m/s em um ponto que coincide com a extremidade superior do parapeito do edifício; a seguir ela passa a se mover em queda livre. Quando a bola volta, ela passa raspando pelo parapeito e continua a queda. No local do edifício, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Calcule a) a posição e a velocidade da bola 1,0 s e 4,0 s depois que ela deixa sua mão; b) a velocidade quando a bola está a 5,0 m acima do parapeito; c) a altura máxima atingida e o tempo que ela leva para atingir essa altura; e d) a aceleração da bola quando ela se encontra na altura máxima.

2.4 De um pilar até um poste. Começando em um pilar, você corre 200 m de oeste para leste (o sentido do eixo $+Ox$) com uma velocidade média de 5,0 m/s e, a seguir, corre 280 m de leste para oeste com uma velocidade média de 4,0 m/s até um poste. Calcule a) Sua velocidade escalar do pilar até o poste; b) O módulo do vetor velocidade média do pilar até o poste.

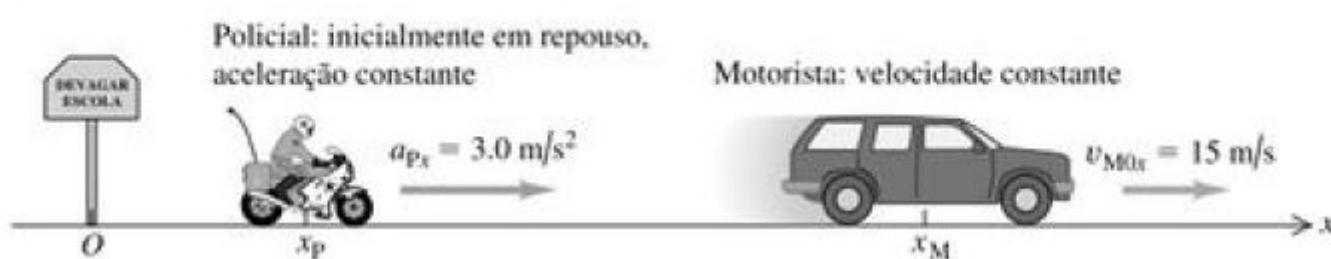
2.5 Dois corredores partem simultaneamente do mesmo ponto de uma pista circular de 200 m e correm em direções *opostas*. Um corre a uma velocidade constante de 6.20 m/s e o outro corre a uma velocidade constante de 5.50 m/s. Quando eles se cruzam pela primeira vez, a) Por quanto tempo estão correndo? b) Qual a distância percorrida por cada um deles?

CÁLCULOS ENVOLVENDO ACELERAÇÃO CONSTANTE Um motociclista se dirige para o leste ao longo de uma cidade do Estado de São Paulo e acelera a moto depois de passar pela placa que indica os limites da cidade (Figura 2.20). Sua aceleração é constante e igual a $4,0 \text{ m/s}^2$. No instante $t = 0$ ele está a $5,0 \text{ m}$ a leste do sinal, movendo-se para leste a 15 m/s . a) Determine sua posição e velocidade para $t = 2,0 \text{ s}$. b) Onde está o motociclista quando sua velocidade é de 25 m/s ?



DOIS CORPOS COM ACELERAÇÕES DIFERENTES Um motorista dirige a uma velocidade constante de 15 m/s quando passa em frente a uma escola, onde a placa de limite de velocidade indica 10 m/s. Um policial que estava parado no local da placa acelera sua motocicleta e persegue o motorista com uma aceleração constante de $3,0 \text{ m/s}^2$ (Figura 2.21a). a) Qual o intervalo de tempo desde o início da perseguição até o momento em que o policial alcança o motorista? b) Qual é a velocidade do policial nesse instante? c) Que distância cada veículo percorreu até esse momento?

(a)



2.13 O carro mais rápido (e mais caro)! A tabela mostra dados de teste para o Bugatti Veyron, o carro mais veloz já fabricado. O carro se move em linha reta (eixo $0x$).

Tempo (s)	0	2,1	20,0	53
Velocidade (m/s)	0	60	200	253

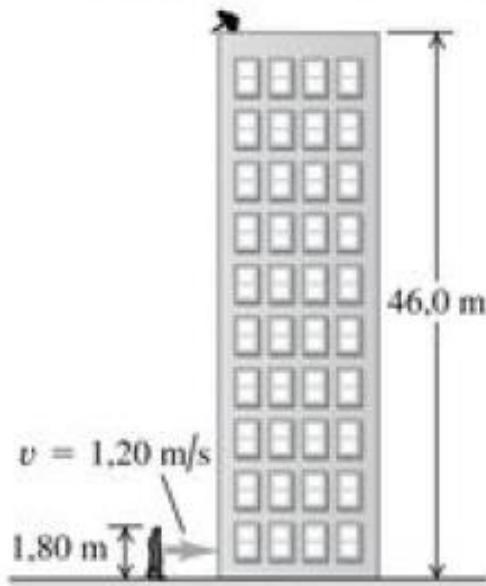
- a) Desenhe um gráfico $v_x t$ da velocidade desse carro (em km/h). A aceleração é constante? b) Calcule a aceleração média (em m/s^2) entre i) 0 e 2,1 s; ii) 2,1 s e 20,0 s; iii) 20,0 s e 53 s. Esses resultados são compatíveis com seu gráfico na parte a)? (Antes de você decidir comprar esse carro, talvez devesse saber que apenas 300 serão fabricados, consome todo o combustível em 12 minutos na velocidade máxima e custa US\$ 1,25 milhão!)

2.38 Gotas de chuva. Se a resistência do ar sobre as gotas de chuva pudesse ser desprezada, poderíamos considerar essas gotas objetos em queda livre. a) As nuvens que dão origem a chuvas estão em alturas típicas de algumas centenas de metros acima do solo. Estime a velocidade de uma gota de chuva ao cair no solo, se ela pudesse ser considerada um corpo em queda livre. Forneça essa estimativa em m/s e km/h. b) Estime (pela sua experiência pessoal sobre chuva) a velocidade real de uma gota de chuva ao cair no solo. c) Com base nos resultados de a) e b), verifique se é uma boa aproximação desprezar a resistência do ar sobre as gotas de chuva. Explique.

2.46 Um ovo é atirado verticalmente de baixo para cima de um ponto próximo da cornija na extremidade superior de um edifício alto. Ele passa rente da cornija em seu movimento para baixo, atingindo um ponto a 50,0 m abaixo da cornija 5,0 s após deixar a mão do lançador. Despreze a resistência do ar. a) Calcule a velocidade inicial do ovo. b) Qual a altura máxima atingida acima do ponto inicial do lançamento? c) Qual o módulo da velocidade nessa altura máxima? d) Qual o módulo e o sentido da aceleração nessa altura máxima? e) Faça gráficos de $a_y t$, $v_y t$ e y_t para o movimento do ovo.

2.76 Tiro ao ovo. Você está sobre o telhado do prédio da Física, 46 m acima do solo (Figura 2.49). Seu professor de física, que possui 1,80 m de altura, está caminhando próximo do edifício com uma velocidade constante de 1,20 m/s. Se você deseja jogar um ovo na cabeça dele, em que ponto ele deve estar quando você largar o ovo? Suponha que o ovo esteja em queda livre.

2.77 Um vulcão na Terra pode ejetar rochas verticalmente a uma altura máxima H . a) A que



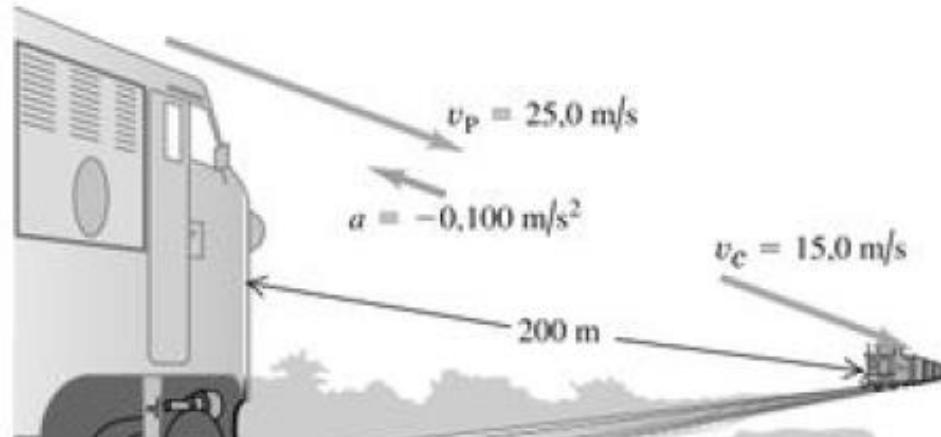
altura (em termos de H) essas rochas chegariam, se um vulcão em Marte as expelisse com a mesma velocidade inicial? A aceleração da gravidade em Marte é de $3,71 \text{ m/s}^2$, e a resistência do ar pode ser desprezada em ambos os planetas. b) se as rochas ficam suspensas no ar por um intervalo de tempo T , por quanto tempo (em termos de T) elas permanecerão no ar em Marte?

2.40 Descida na Lua. Um módulo explorador da Lua está pousando na Base Lunar I (Figura 2.40). Ele desce lentamente sob a ação dos retropropulsores do motor de descida. O motor se separa do módulo quando ele se encontra a 5,0 m da superfície lunar e possui uma velocidade para baixo igual a 0,8 m/s. Ao se separar do motor, o módulo inicia uma queda livre. Qual é a velocidade do módulo no instante em que ele toca a superfície? A aceleração da gravidade na Lua é igual a $1,6 \text{ m/s}^2$.

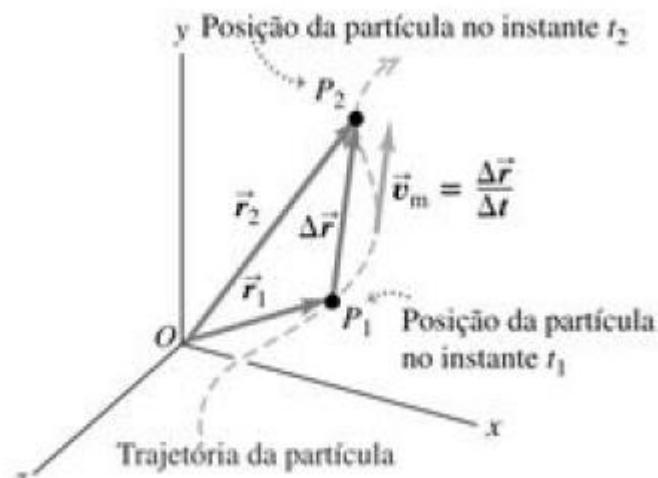
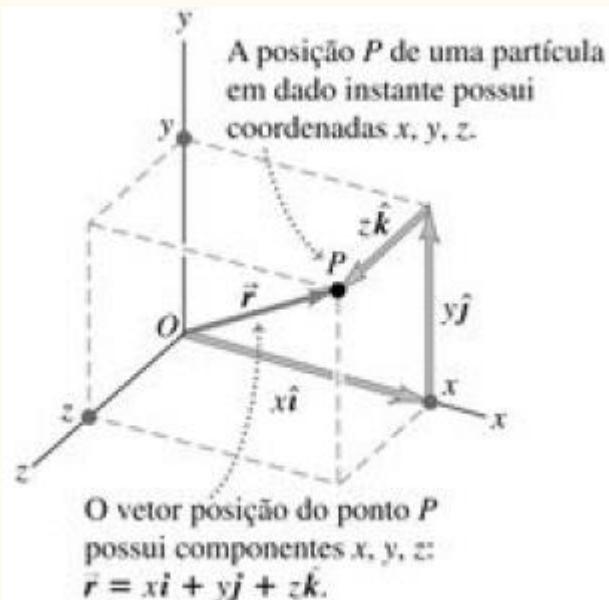


2.59 Um velocista pode acelerar até sua velocidade máxima em 4,0 s. Ele então mantém esta velocidade durante o trajeto restante em uma competição de 100 m, terminando a corrida com um tempo total de 9,1 s. a) Qual a aceleração média do velocista durante os 4,0 s iniciais? b) Qual sua aceleração média durante os últimos 5,1 s? c) Qual sua aceleração média durante a corrida toda? d) Explique por que sua resposta do item (c) não é a média das respostas (a) e (b).

2.66 Colisão. O maquinista de um trem de passageiros que viaja com velocidade $v_p = 25,0 \text{ m/s}$ avista um trem de carga cuja traseira se encontra a 200,0 m de distância da frente do trem de passageiros (Figura 2.47). O trem de carga se desloca no mesmo sentido do trem de passageiros com velocidade $v_c = 15,0 \text{ m/s}$. O maquinista imediatamente aciona o freio, produzindo uma aceleração constante igual a $-0,100 \text{ m/s}^2$, enquanto o trem de carga continua com a mesma velocidade. Considere $x = 0$ como o local onde se encontra a frente do trem de passageiros quando o freio é acionado. a) As vacas das vizinhanças assistirão a uma colisão? b) Caso a resposta anterior seja positiva, em que ponto ocorrerá a colisão? c) Faça um gráfico simples mostrando a posição da frente do trem de passageiros e a traseira do trem de carga.



Vetores posição e velocidade



$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} \quad v_y = \frac{dy}{dt} \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d \vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{d \vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} + \frac{dz}{dt} \hat{k}$$

vetor aceleração

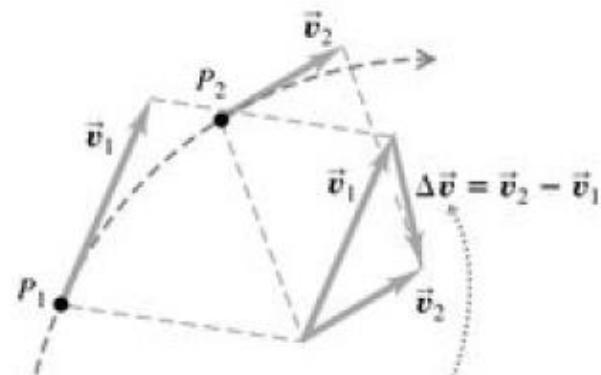
(a)



Este carro acelera enquanto reduz ao fazer uma curva. (Sua velocidade instantânea varia tanto em módulo quanto direção.)

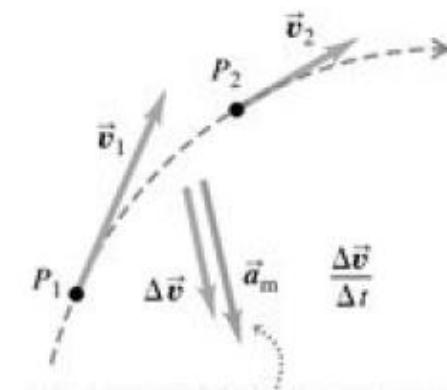
$$\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

(b)



Para determinar a aceleração média do carro entre P_1 e P_2 , primeiro temos que achar a variação na velocidade $\Delta \vec{v}$ by subtraindo \vec{v}_1 de \vec{v}_2 . (Note que $\vec{v}_1 + \Delta \vec{v} = \vec{v}_2$.)

(c)



A aceleração média possui a mesma direção que a variação na velocidade, $\Delta \vec{v}$.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d \vec{v}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j} + \frac{dv_z}{dt} \hat{k}$$

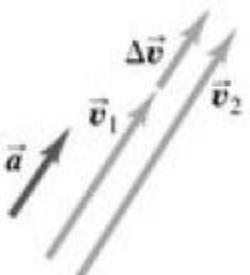
$$\vec{a} = \frac{d^2 x}{dt^2} \hat{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \hat{j} + \frac{d^2 z}{dt^2} \hat{k}$$

Velocidade e aceleração

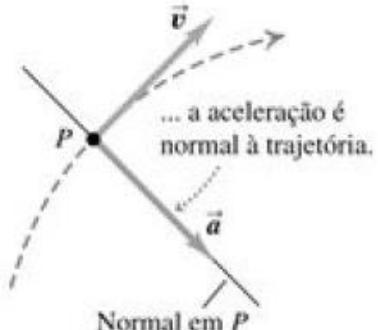
(a)

Aceleração paralela à velocidade da partícula:

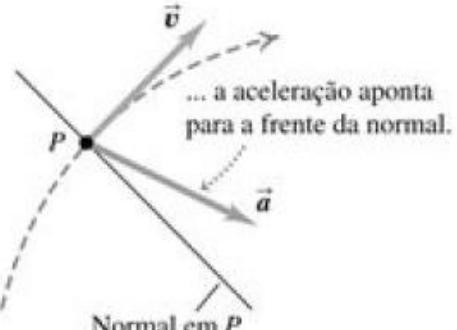
- Há variação no *módulo*, mas não na *direção* da velocidade.
- A partícula se move em linha reta com velocidade escalar variável.



(a) Quando a velocidade escalar é constante ao longo de uma trajetória curva...



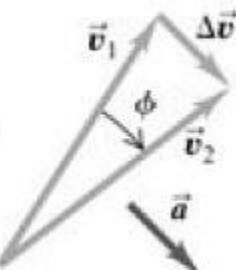
(b) Quando a velocidade escalar é crescente ao longo de uma trajetória curva...



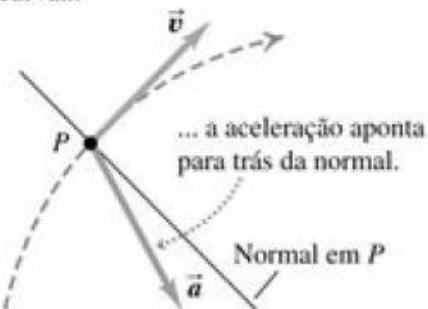
(b)

Aceleração ortogonal à velocidade da partícula:

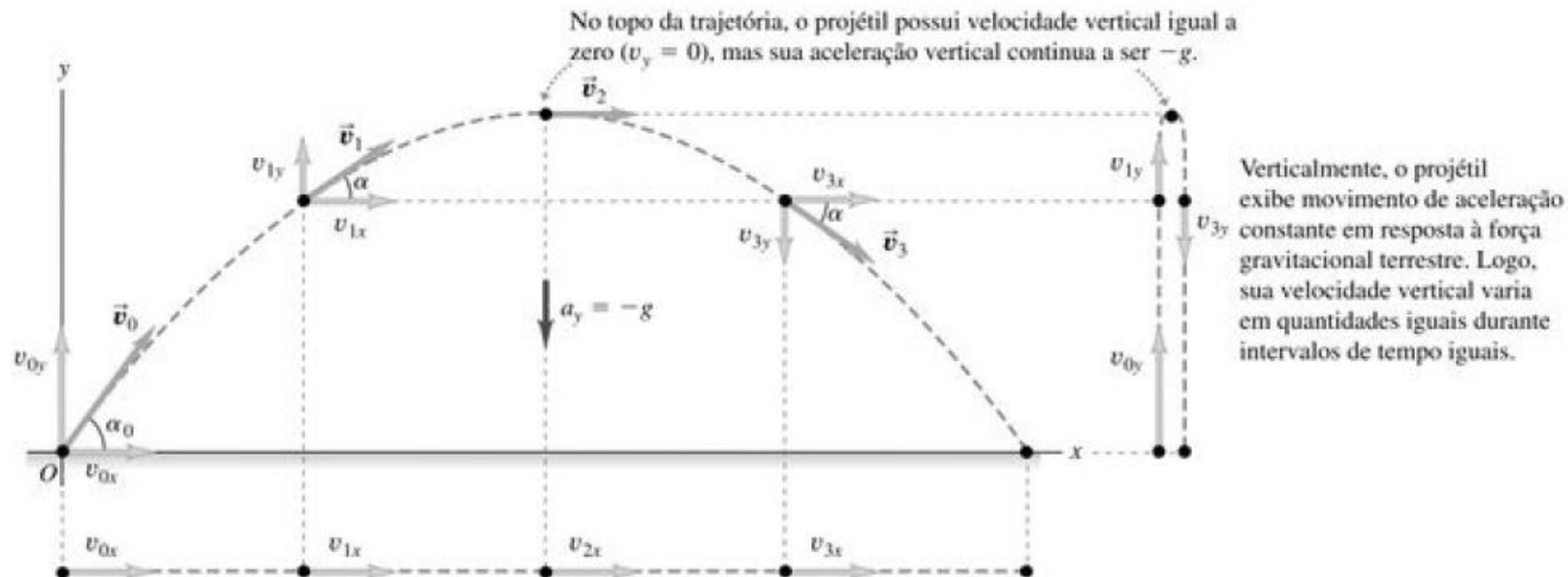
- Há variação na *direção*, mas não no *módulo* da velocidade.
- A partícula se move em uma trajetória curva com velocidade escalar constante.



(c) Quando a velocidade escalar é decrescente ao longo de uma trajetória curva...



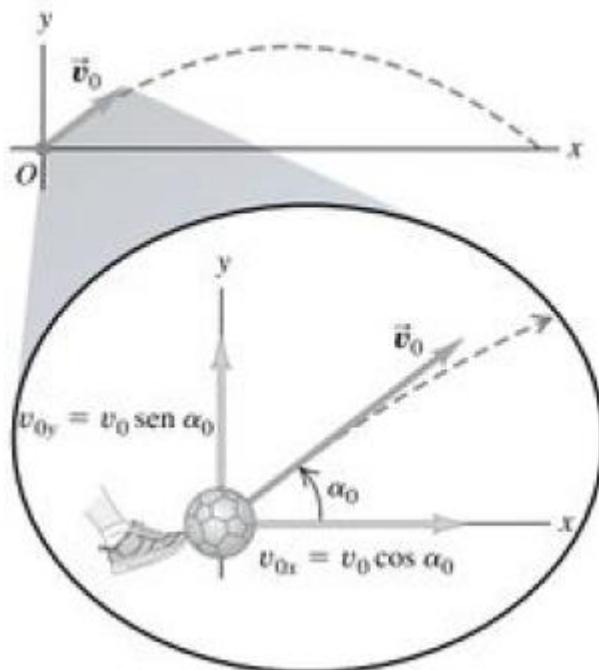
Movimento de Projetos



No topo da trajetória, o projétil possui velocidade vertical igual a zero ($v_y = 0$), mas sua aceleração vertical continua a ser $-g$.

Verticalmente, o projétil exibe movimento de aceleração constante em resposta à força gravitacional terrestre. Logo, sua velocidade vertical varia em quantidades iguais durante intervalos de tempo iguais.

Horizontalmente, o projétil exibe movimento de velocidade constante: sua aceleração horizontal é zero e, portanto, percorre distâncias x iguais em intervalos de tempo iguais.



$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha_0$$

$$x = (v_0 \cos \alpha_0) t$$

(movimento de um projétil)

$$y = (v_0 \sin \alpha_0) t - \frac{1}{2} g t^2$$

(movimento de um projétil)

$$v_x = v_0 \cos \alpha_0$$

(movimento de um projétil)

$$v_y = v_0 \sin \alpha_0 - g t$$

(movimento de um projétil)

$$y = (\operatorname{tg} \alpha_0) x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} x^2$$

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha_0}{g}$$

UM CORPO PROJETADO HORIZONTALMENTE Um motociclista maluco se projeta para fora da borda de um penhasco. No ponto exato da borda, sua velocidade é horizontal e possui módulo igual a 9,0 ms. Ache a posição do motociclista, a distância da borda do penhasco e a velocidade depois de 0,50 s.

ALCANCE E ALTURA DE UM PROJÉTIL I: UMA BOLA DE BEISEBOL Uma bola de beisebol deixa o bastão do batedor com uma velocidade inicial de $v_0 = 37,0$ m/s com um ângulo inicial de $\alpha_0 = 53,1^\circ$ em um local onde $g = 9,80$ m/s². a) Ache a posição da bola e o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade para $t = 2,0$ s. b) Calcule o tempo que a bola leva para atingir a altura máxima de sua trajetória e ache a altura h desse ponto. c) Ache o *alcance horizontal R*, ou seja, a distância entre o ponto inicial e o ponto onde a bola atinge o solo.

ALCANCE E ALTURA DE UM PROJÉTIL II: ALTURA MÁXIMA, ALCANCE MÁXIMO Para um projétil lançado com velocidade inicial v_0 e formando um ângulo α_0 (entre 0° e 90°), deduza expressões gerais para a altura máxima h e para o alcance horizontal R (Figura 3.23). Para um dado v_0 , qual valor de α_0 fornece altura máxima? Qual valor fornece o alcance máximo?

Próxima aula:

- Resolução de exercícios