

mesmas equações de aceleração constante derivadas na Seção 2.4, sem usar a integração.

**PREPARAR:** seguiremos as mesmas etapas do Exemplo 2.9. A única diferença é que  $a_x$  é constante.

**EXECUTAR:** pela Equação (2.17), a velocidade  $x$  é dada por

$$v_x = v_{0x} + \int_0^t a_x dt = v_{0x} + a_x \int_0^t dt = v_{0x} + a_x t$$

Podemos colocar  $a_x$  para fora do sinal de integral porque é constante. Substituindo essa expressão para  $v_x$  na Equação (2.18), obtemos

$$x = x_0 + \int_0^t v_x dt = x_0 + \int_0^t (v_{0x} + a_x t) dt$$

Podemos colocar  $v_{0x}$  e  $a_x$  para fora do sinal de integral porque são constantes. Logo

$$x = x_0 + v_{0x} \int_0^t dt + a_x \int_0^t t dt = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

**AVALIAR:** nossos resultados são os mesmos das equações (2.8) e (2.12), que foram deduzidas na Seção 2.4, como já era esperado! Embora tenhamos desenvolvido as equações (2.17) e (2.18) para lidar com casos em que a aceleração depende do tempo, elas também podem ser aplicadas quando a aceleração é constante.

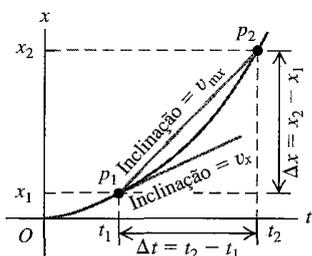
**Teste sua compreensão da Seção 2.6** Se a aceleração  $a_x$  cresce com o tempo, o gráfico  $v_x t$  será i) uma linha reta; ii) côncava para cima (encurvada para cima); iii) côncava para baixo (encurvada para baixo)? ■

## Resumo

**Movimento retilíneo, velocidade média e velocidade instantânea:** quando uma partícula se move em linha reta, descrevemos sua posição em relação à origem  $O$  especificando uma coordenada tal como  $x$ . A velocidade média da partícula  $v_{mx}$  em um intervalo de tempo  $\Delta t = t_2 - t_1$  é igual ao seu deslocamento  $\Delta x = x_2 - x_1$  dividido por  $\Delta t$ . A velocidade instantânea  $v_x$  em qualquer instante  $t$  é igual à velocidade média para o intervalo de tempo entre  $t$  e  $t + \Delta t$  até o limite em que  $\Delta t$  seja zero. Da mesma forma,  $v_x$  é a derivativa da função posição em relação ao tempo. (Exemplo 2.1.)

$$v_{mx} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \tag{2.2}$$

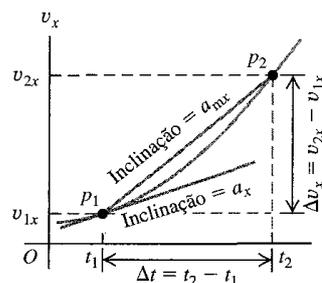
$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \tag{2.3}$$



**Aceleração média e instantânea:** a aceleração média  $a_{mx}$  em um intervalo de tempo  $\Delta t$  é igual à variação em velocidade  $\Delta v_x = v_{2x} - v_{1x}$  no intervalo de tempo dividido por  $\Delta t$ . A aceleração instantânea  $a_x$  é o limite de  $a_{mx}$  conforme  $\Delta t$  tende a zero, ou a derivativa de  $v_x$  em relação a  $t$ . (Exemplos 2.2 e 2.3.)

$$a_{mx} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \tag{2.4}$$

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \tag{2.5}$$



**Movimento retilíneo com aceleração constante:** quando a aceleração é constante, quatro equações relacionam a posição  $x$  e a velocidade  $v_x$  em qualquer instante  $t$ , à posição inicial  $x_0$ , à velocidade inicial  $v_{0x}$  (ambas medidas no instante  $t = 0$ ) e à aceleração  $a_x$ . (exemplos 2.4 e 2.5.)

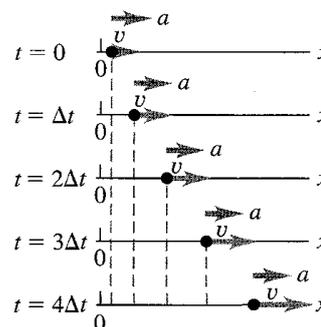
Aceleração constante somente:

$$v_x = v_{0x} + a_x t \tag{2.8}$$

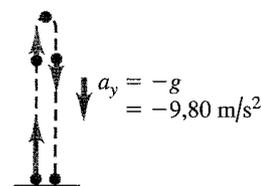
$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \tag{2.12}$$

$$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0) \tag{2.13}$$

$$x - x_0 = \left( \frac{v_{0x} + v_x}{2} \right) t \tag{2.14}$$



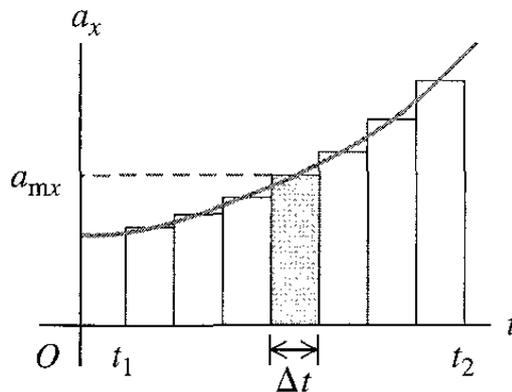
**Corpos em queda livre:** a queda livre é um caso particular de movimento com aceleração constante. O módulo da aceleração da gravidade é uma grandeza positiva,  $g$ . A aceleração de um corpo em queda livre é sempre orientada de cima para baixo. (exemplos 2.6 a 2.8.)



**Movimento retilíneo com aceleração variada:** quando a aceleração não é constante, mas é conhecida em função do tempo, podemos determinar a velocidade e a posição em função do tempo, integrando a função aceleração (exemplos 2.9 e 2.10.)

$$v_x = v_{0x} + \int_0^t a_x dt \quad (2.17)$$

$$x = x_0 + \int_0^t v_x dt \quad (2.18)$$




---

## Principais termos

---

aceleração instantânea, 42  
 aceleração da gravidade, 51  
 aceleração média, 41  
 aceleração instantânea, 43  
 aceleração média, 41  
 derivada, 38  
 diagrama do movimento, 40  
 gráfico  $a_x t$ , 45  
 gráfico  $v_x t$ , 44  
 gráfico  $x t$ , 37  
 partícula, 36  
 queda livre, 51  
 velocidade escalar, 39  
 velocidade instantânea, 38  
 velocidade média, 36  
 velocidade instantânea, 38  
 velocidade média, 36