

Física I p/ IO – FEP111 (4300111)

2º Semestre de 2010

Instituto de Física
Universidade de São Paulo

Professor: **Antonio Domingues dos Santos**

E-mail: adsantos@if.usp.br

Fone: 3091.6886

04 e 05 de agosto

Sistema Internacional de unidades (SI)

Grandeza (dimensão) unidades	Definição inicial	Definição hoje
Tempo (T) em segundos (s)	(1/60)(1/60)(1/24) do dia solar médio	9 192 631 458 períodos de uma transição específica do cézio
Comprimento (L) em metros (m)	1/10000000 da distância do equador ao polo norte	Distância percorrida pela luz em (1/299 792 458) segundos
Massa (M) em quilogramas (kg)	Massa de um litro de água a 4°C	Massa de um cilindro de Pt-Ir existente no BIPM-França

Múltiplos e sub-múltiplos das unidades

10 ¹	Deca (da)
10 ²	Hecto (h)
10 ³	Quilo (k)
10 ⁶	Mega (M)
10 ⁹	Giga (G)
10 ¹²	Tera (T)
10 ¹⁵	Peta (P)
10 ¹⁸	Exa (E)

10 ⁻¹	Deci (d)
10 ⁻²	Centi (c)
10 ⁻³	Mili (m)
10 ⁻⁶	Micro (μ)
10 ⁻⁹	Nano (n)
10 ⁻¹²	Pico (p)
10 ⁻¹⁵	Femto (f)
10 ⁻¹⁸	Ato (a)

Dimensões das grandezas físicas

Quantidade	Símbolo	Dimensão
Área	A	$[A] = L^2$
Volume	V	L^3
Velocidade	v	L/T
Aceleração	a	L/T^2
Força	F	ML/T^2
Pressão (F/A)	p	M/LT^2
Densidade (M/V)	ρ	M/L^3
Energia	E	ML^2/T^2
Potência (E/T)	P	ML^2/T^3

**A pressão em um fluido em movimento depende da sua densidade e da sua velocidade.
Encontre uma combinação destas grandezas que tenha a dimensão de pressão.**

Resposta: $[P] = [\rho] [v^2]$

Notação científica

Vamos convencionar escrever as quantidades físicas no formato:

$$A \times 10^n$$

onde n é um número inteiro e A se encontra entre 1 e 10.

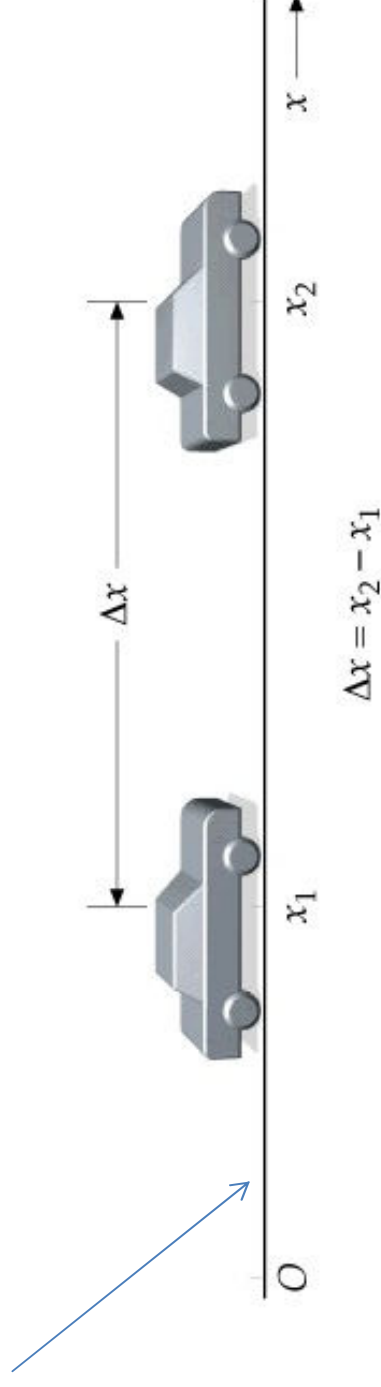
O número de algarismos de A , indica a precisão da quantidade indicada (algarismos significativos).

A parte 10^n , indica a ordem de grandeza da quantidade indicada.

Deslocamento, velocidade e rapidez

Para descrever o movimento de uma partícula, precisamos descrever a posição da partícula e como esta posição varia ao longo do seu movimento.

Precisamos de um referencial.



O deslocamento do carro entre os instantes t_1 e t_2 é Δx e corresponde à variação da posição do carro.

(deslocamento é uma quantidade vetorial)

Mas, a distância percorrida é uma quantidade escalar (comprimento do caminho percorrido).

Rapidez média

Definimos a rapidez média de uma partícula, como a razão entre a distância percorrida e o tempo total do percurso. (grandeza escalar)

$$rapidez_média = \frac{distância_total}{tempo_total} = \frac{s}{\Delta t}$$

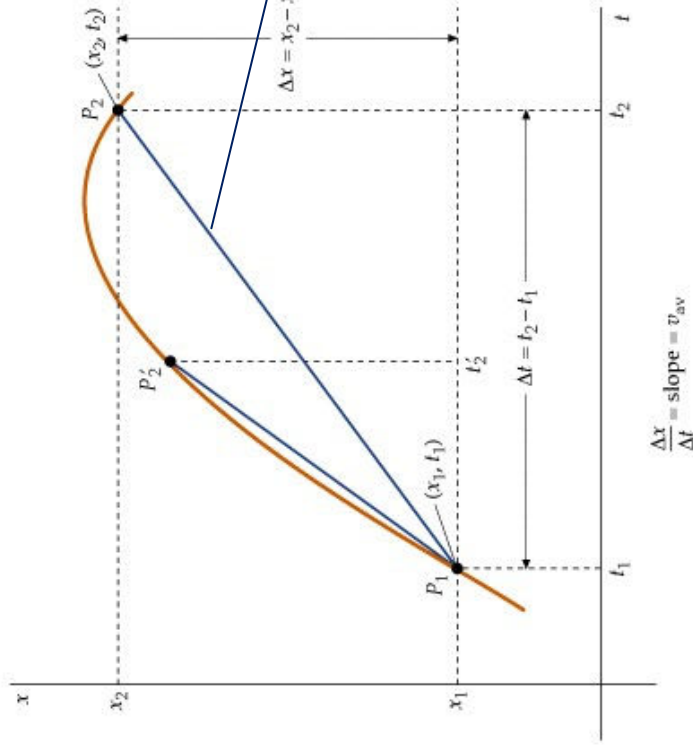
Velocidade média

A velocidade média é definida como a razão entre o deslocamento (Δx) e o intervalo de tempo (Δt) do movimento.
(velocidade média é uma grandeza vetorial)

$$v_{med} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad \mathbf{e} \quad \Delta x = v_{med} \Delta t$$

Velocidade média

Gráfico da posição de uma partícula em função do tempo.



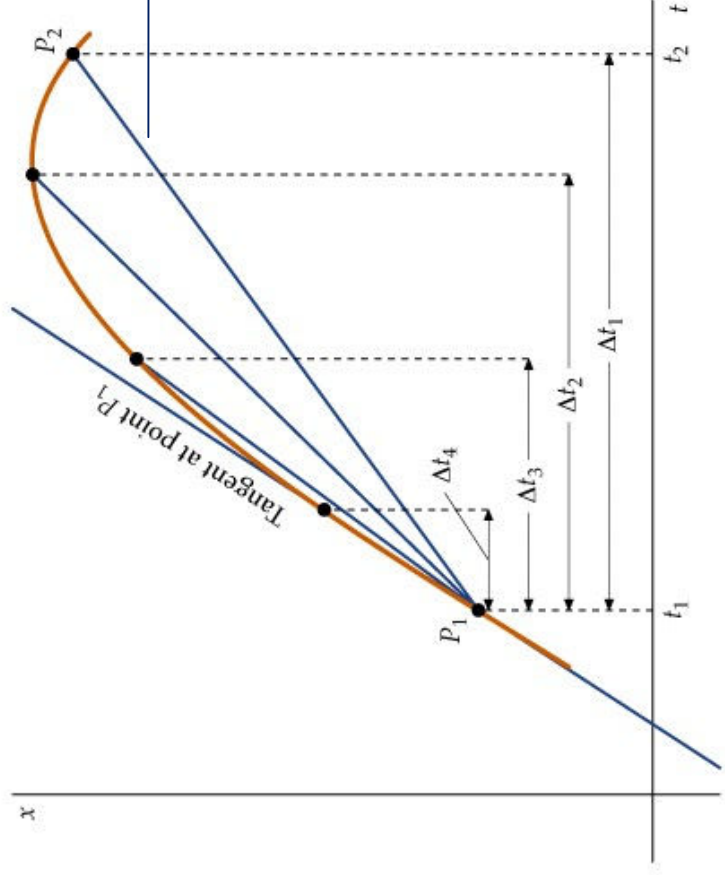
$$v_{m_{1-2}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Corresponde à inclinação da reta que une os pontos P_1 e P_2 .

A velocidade média entre os pontos P_1 e P'_2 é maior ou menor que entre P_1 e P_2 ?

Velocidade instantânea

Gráfico da posição de uma partícula em função do tempo.



$$v_{m1-2} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Reduzindo-se o intervalo de tempo para o cálculo, converge-se para a tangente à curva (vermelha) no ponto P_1 .

Define-se a **velocidade instantânea** como a **inclinação da tangente no ponto considerado**.

Isto corresponde a se tomar o intervalo $\Delta t \rightarrow 0$.

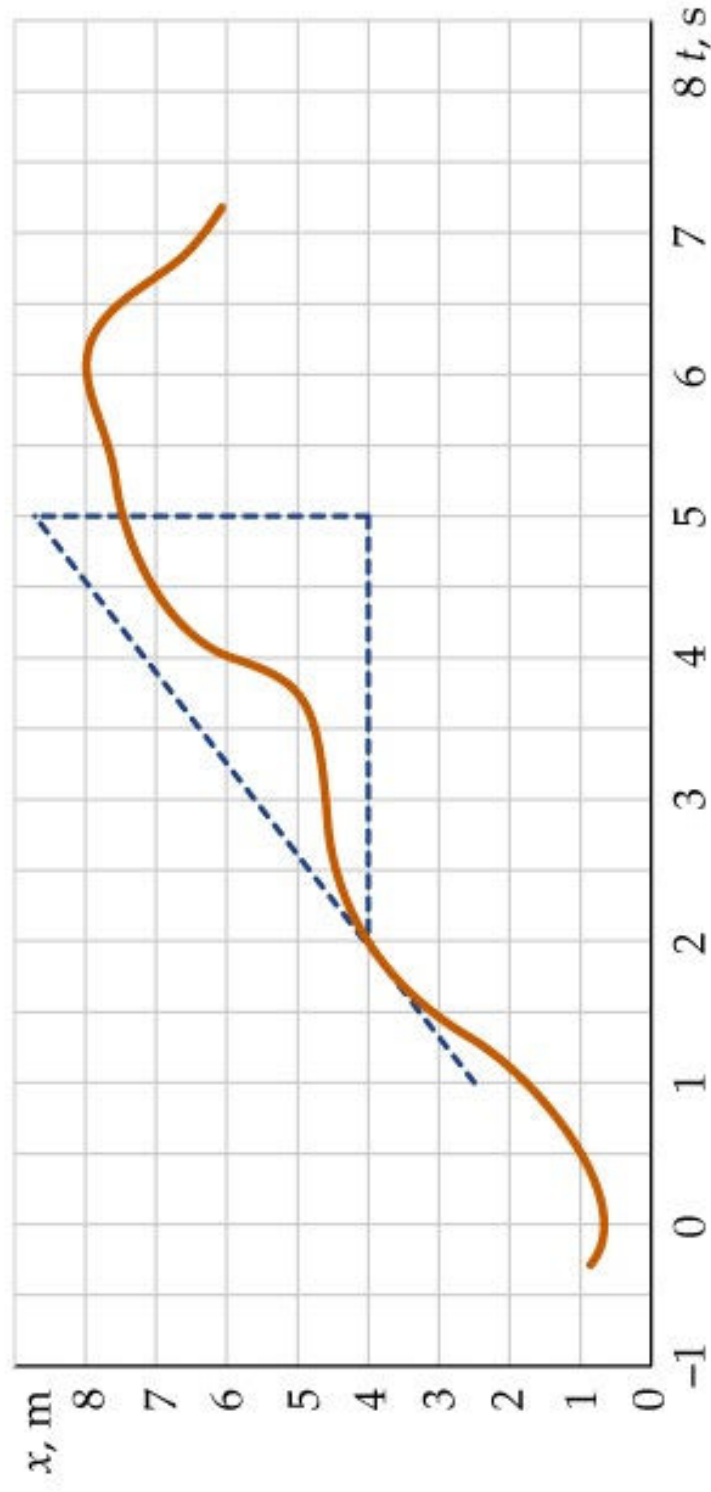
$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Derivada $\rightarrow v(t) = \frac{dx}{dt}$

Velocidade instantânea

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

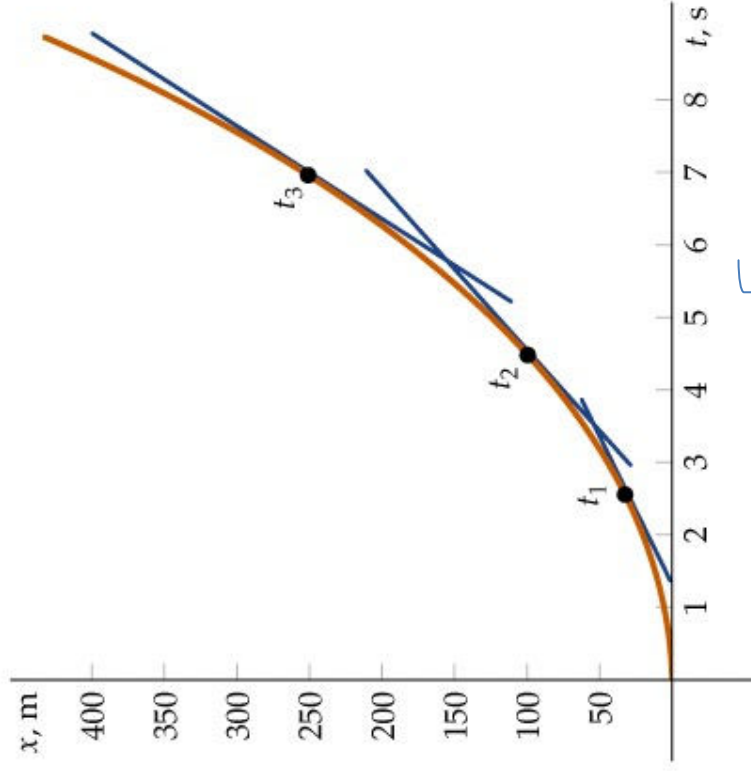
Gráfico da posição de uma partícula em função do tempo.



- 1) Determine a velocidade instantânea no instante $t = 1,8$ s.
- 2) Quando a velocidade é maior? Quando ela é nula? Ela chega a ser negativa?

Velocidade instantânea

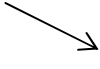
A posição uma pedra largada de um penhasco é descrita por $x = 5t^2$, onde x está em metros e t em segundos. Encontre a velocidade da pedra durante a queda, em função do tempo.



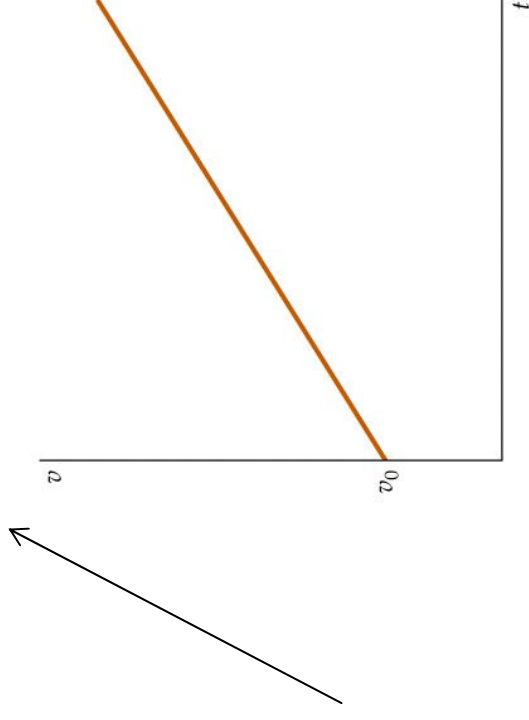
$$v(t) = \frac{dx}{dt} \quad \left\{ \begin{array}{l} x = Ct^n \\ \frac{dx}{dt} = Cnt^{n-1} \end{array} \right.$$

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}$$



$$v(t) = 10t$$



Aceleração média

A **aceleração média** é definida como a taxa de variação da velocidade (Δv) em relação ao intervalo de tempo (Δt) do movimento.

$$a_{med} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad \text{e} \quad \Delta v = a_{med} \Delta t$$

Aceleração instantânea

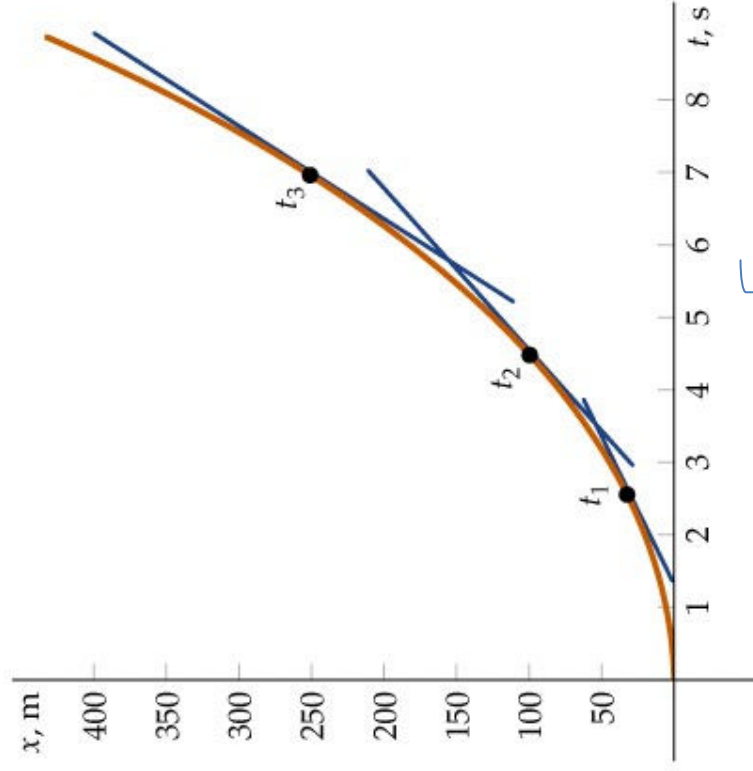
A **aceleração instantânea** é o limite da razão $\Delta x / \Delta t$, quando Δt tende a zero. Em um gráfico de velocidade em função do tempo, a **aceleração instantânea** é a inclinação da reta tangente em um dado ponto.

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \uparrow \quad a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d(dx/dt)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Velocidade e aceleração instantâneas

A posição uma pedra largada de um penhasco é descrita por $x = 5t^2$, onde x está em metros e t em segundos. Encontre a velocidade da pedra durante a queda, em função do tempo.

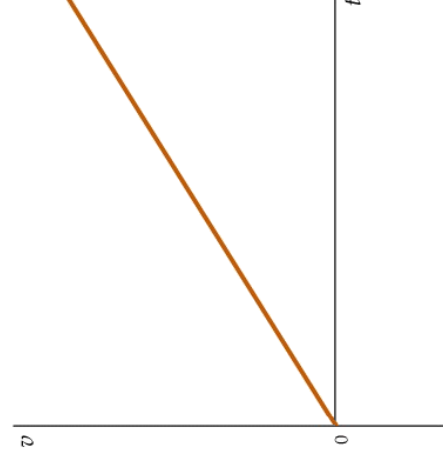
$$a(t) = 10m/s^2$$



$$v(t) = \frac{dx}{dt} \quad \left\{ \begin{array}{l} x = Ct^n \\ \frac{dx}{dt} = Cnt^{n-1} \end{array} \right.$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d(dx/dt)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$v(t) = 10t$$



Velocidade e aceleração instantâneas

Suponha que a posição uma partícula seja descrita por $x = Ct^3$, onde x está em metros e t em segundos. Encontre as expressões para as suas velocidade e a aceleração, em função do tempo.

$$v(t) = \frac{dx}{dt} \longrightarrow v(t) = 3Ct^2$$

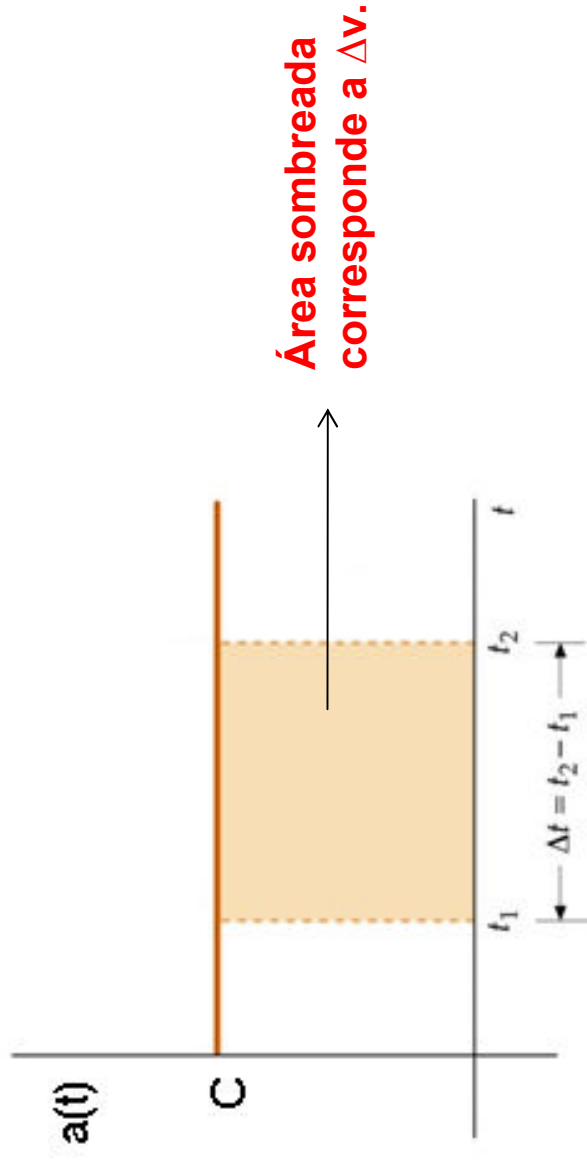
$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d(dx/dt)}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \longrightarrow a(t) = 6Ct$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = Ct^n \\ \frac{dx}{dt} = Cnt^{n-1} \end{array} \right\}$$

Equações cinemáticas para aceleração constante

Suponha que a aceleração de uma partícula seja descrita por $a = C$.
Encontre a expressão para a sua velocidade, em função do tempo.

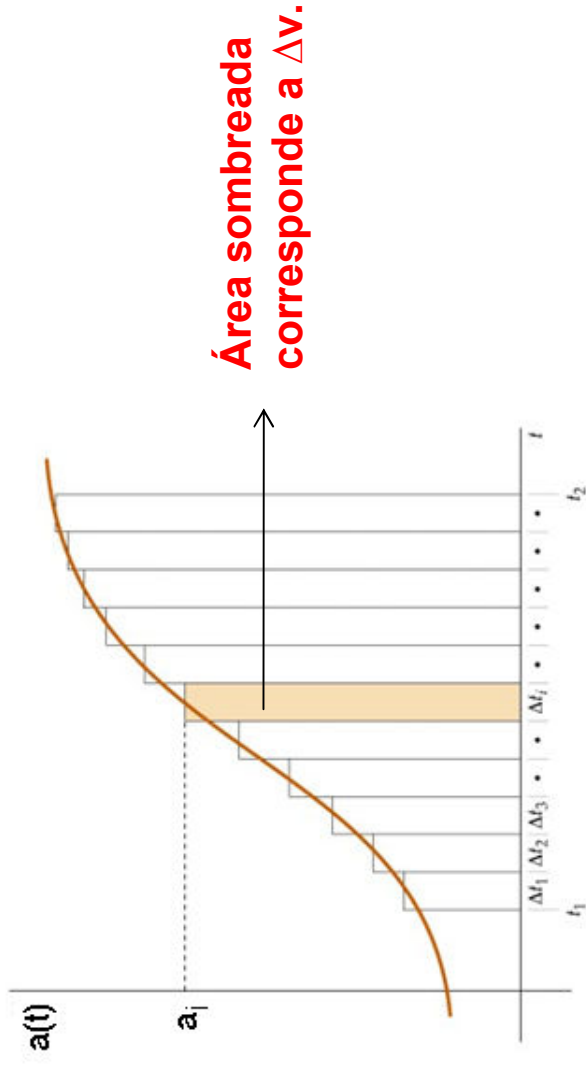
$$\Delta v = a_{med} \Delta t = a \Delta t \quad \longrightarrow \quad v_2 - v_1 = a(t_2 - t_1)$$



Equações cinemáticas para aceleração constante

Suponha que a aceleração de uma partícula seja descrita por $a = f(t)$. Encontre as expressões para as suas velocidade e a posição, em função do tempo.

$$\Delta v = a_{med} \Delta t = a \Delta t \quad \longrightarrow \quad v_2 - v_1 = a(t_2 - t_1)$$



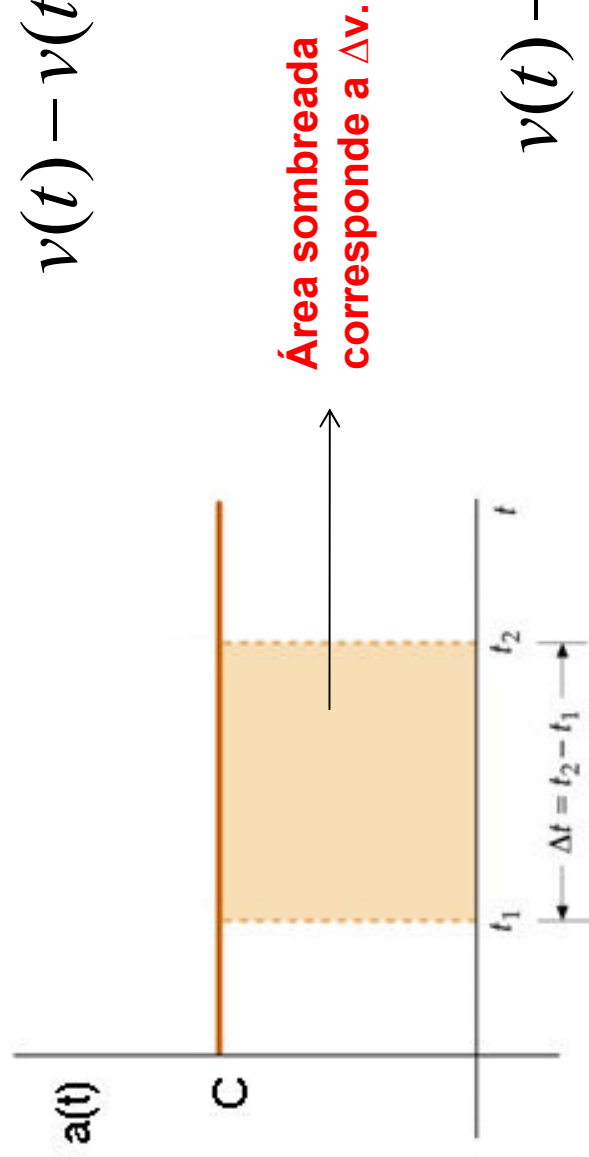
$$v(t) - v_0 = \sum_i a_i \Delta t \quad \xrightarrow{\text{para } \Delta t \rightarrow 0} \quad v(t) - v_0 = \int_{t_0}^t a(t) dt$$

Equações cinemáticas para aceleração constante

Suponha que a aceleração de uma partícula seja descrita por $a = C$.
 Encontre a expressão para a sua velocidade, em função do tempo.

$$\Delta v = a_{med} \Delta t = a \Delta t \quad \longrightarrow \quad v_2 - v_1 = a(t_2 - t_1)$$

$$v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^t a(t) dt$$



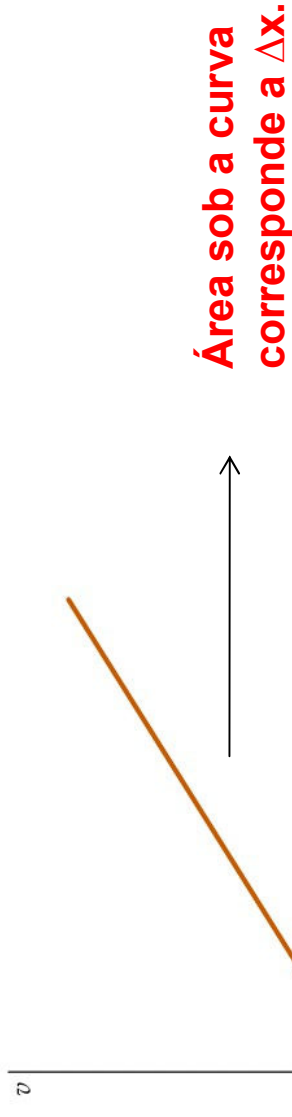
$$v(t) - v_0 = \int_0^t a(t) dt$$

$$v(t) - v_0 = Ct$$

Equações cinemáticas para aceleração constante

Suponha que a aceleração de uma partícula seja descrita por $a = C$.
Encontre a expressão para a sua **posição**, em função do tempo.

$$v(t) - v_0 = Ct \longrightarrow v(t) = v_0 + Ct$$



$$x(t) - x_0 = \int_0^t v(t) dt$$

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{C}{2} t^2$$

Equações cinemáticas para aceleração constante

Suponha que a aceleração de uma partícula seja descrita por $a = C$.
Encontre a expressão para a sua velocidade, em função da posição.

$$\left\{ \begin{array}{l} v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \end{array} \right. \quad \begin{array}{c} \xrightarrow{\quad} \\ \swarrow \quad \end{array} \quad \begin{array}{c} v - v_0 \\ a \end{array}$$

$$x - x_0 = v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{a}{2} \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 \quad \text{x(2a)}$$

$$2a\Delta x = 2v_0(v - v_0) + (v - v_0)^2 \longrightarrow v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

Eq. De Torricelli

Integrais e derivadas

$$\left\{ v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \right\} \longleftrightarrow x(t) = \int v(t) dt$$

Integrais indefinidas

$$\left\{ a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \right\} \longleftrightarrow v(t) = \int a(t) dt$$

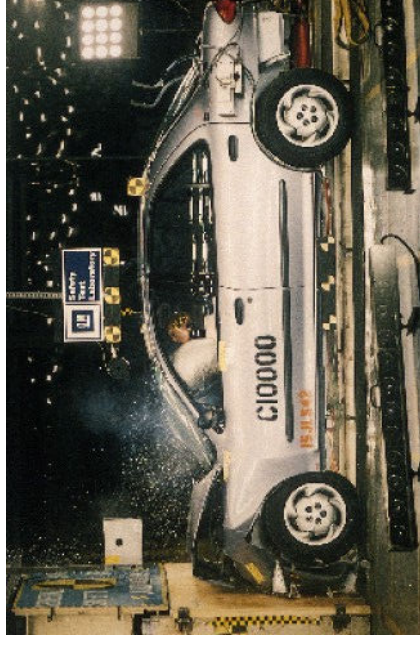
$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2 x(t)}{dt^2}$$

Integrais definidas

$$\left\{ \begin{aligned} x(t_2) - x(t_1) &= \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt \\ v(t_2) - v(t_1) &= \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \end{aligned} \right.$$

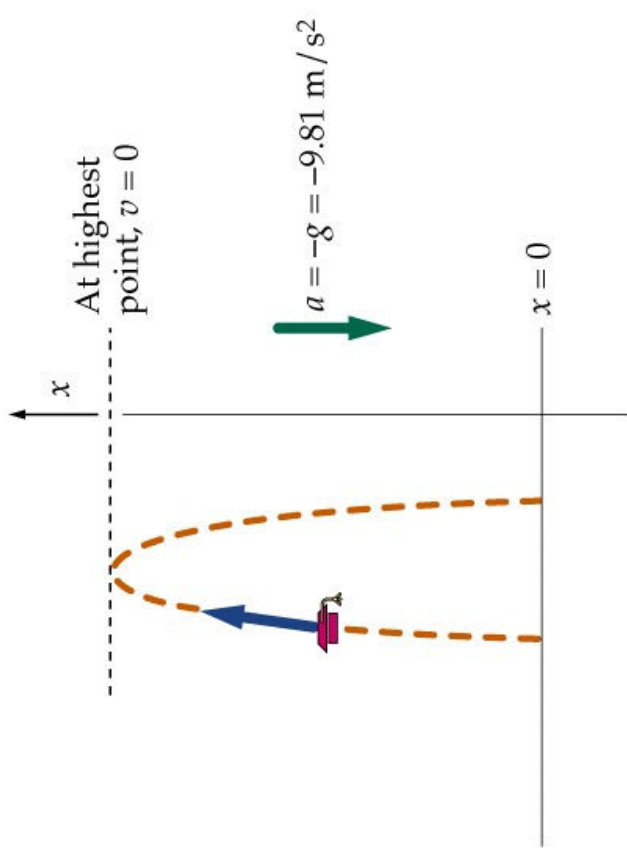
Alguns exercícios

- 1) Um carro é freiado até parar com a velocidade decrescendo a uma taxa constante de $5,0 \text{ m/s}^2$. Se a velocidade inicial é de 30 m/s , qual é a distância percorrida durante a frenagem? Quanto tempo leva até o carro parar? Qual a distância percorrida no último segundo do movimento?
- 2) Em um teste de colisão, um carro viajando a 100 km/h atinge uma parede de concreto imóvel. Qual a aceleração do carro durante a colisão? Compare com a aceleração da gravidade.
- 3) Uma pedra atirada para cima com velocidade de $14,7 \text{ m/s}$. Sabendo que a aceleração da gravidade no local é de $9,81 \text{ m/s}^2$, (a) Quanto tempo leva para a pedra atingir o ponto mais alto da trajetória? (b) Qual a altura atingida? (c) Voltando ao ponto de origem, qual é o tempo total do percurso?
- 4) Um carro corre com velocidade de 90 km/h em uma zona escolar. Um carro de polícia parte do repouso quando o corredor passa por ele e acelera à taxa de $5,0 \text{ m/s}^2$. (a) quando a polícia alcançará o carro? (b) qual será a velocidade da polícia ao alcançá-lo?



Alguns exercícios

3) Uma pedra atirada para cima com velocidade de $14,7 \text{ m/s}$. Sabendo que a aceleração da gravidade no local é de $9,81 \text{ m/s}^2$, (a) Quanto tempo leva para a pedra atingir o ponto mais alto da trajetória? (b) Qual a altura atingida? (c) Voltando ao ponto de origem, qual é o tempo total do percurso?



Alguns exercícios

4) Um carro corre com velocidade de 90 km/h em uma zona escolar. Um carro de polícia parte do repouso quando o corredor passa por ele e acelera à taxa de 5,0 m/s². (a) quando a polícia alcançará o carro? (b) qual será a velocidade da polícia ao alcançá-lo?

