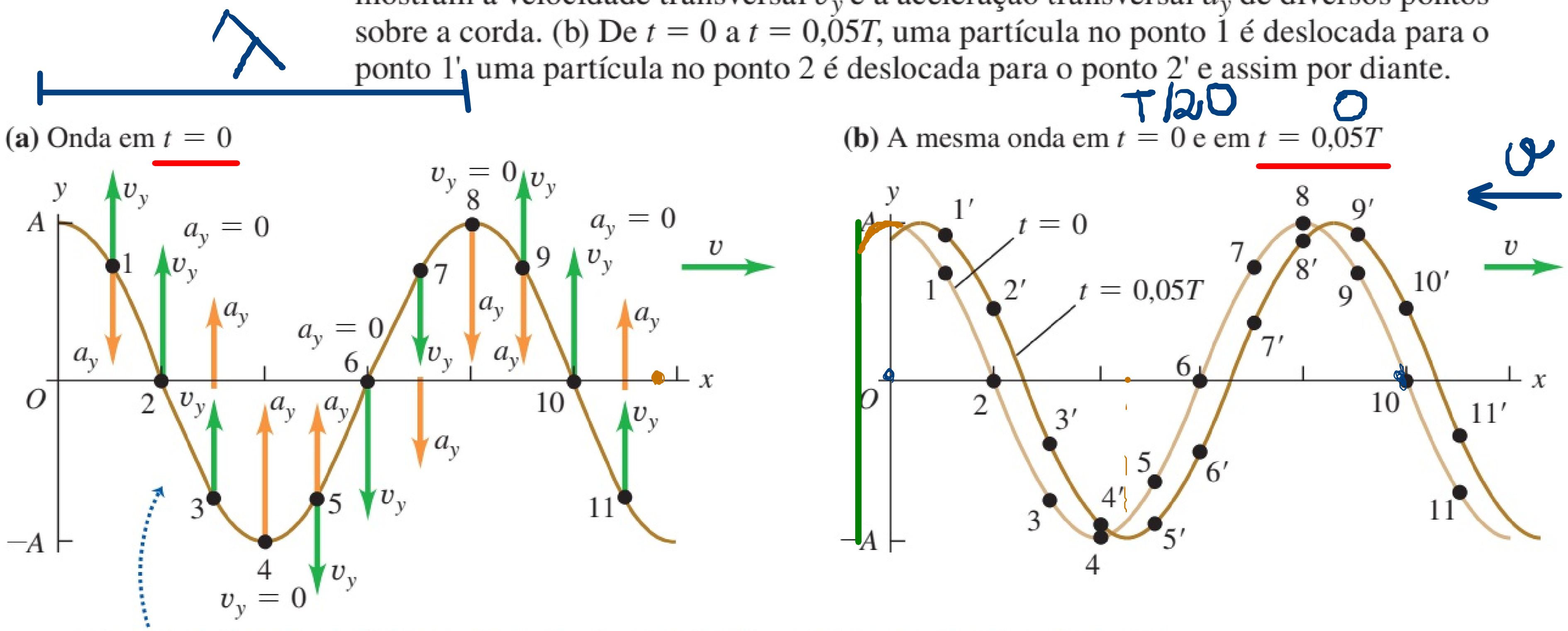
Velocidade e aceleraçao dos pontos da corda

$$v = \left(\frac{T}{\mu}\right)^{1/2}$$

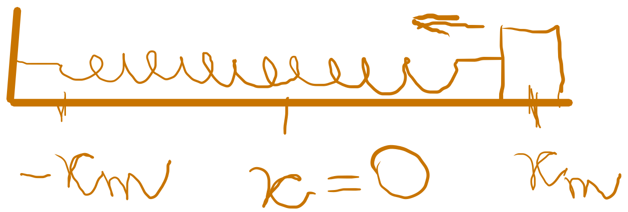
Figura 15.10 (a) Outra visão da onda indicada na Figura 15.9a para $t = 0$. Os vetores mostram a velocidade transversal v_y e a aceleração transversal a_y de diversos pontos sobre a corda. (b) De $t = 0$ a $t = 0{,}05T$, uma partícula no ponto 1 é deslocada para o ponto 1', uma partícula no ponto 2 é deslocada para o ponto 2' e assim por diante.



• A aceleração a_y em cada ponto da corda é proporcional ao deslocamento y naquele ponto.
• A aceleração é para cima quando a corda se curva para cima e para baixo quando a corda se curva para baixo.

$a < 0$

$v < 0$



$$\boxed{a(t) = -\omega^2 x(t) \quad (\text{MHS})}$$

Onda senoidal:

$$a_y(x,t) = -\omega^2 y(x,t).$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{20}$$

Sem onda na corda: $y(x,t) = 0$

$$y(x,t) = y_m \cos(kx \pm \omega t + \phi)$$

$$u_y(x,t) = \frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = \mp \omega y_m \sin(kx \pm \omega t + \phi).$$

$$a_y(x,t) = \frac{\partial u_y(x,t)}{\partial t} = -\omega^2 \underbrace{y_m \cos(kx \pm \omega t + \phi)}_{y(x,t)}.$$

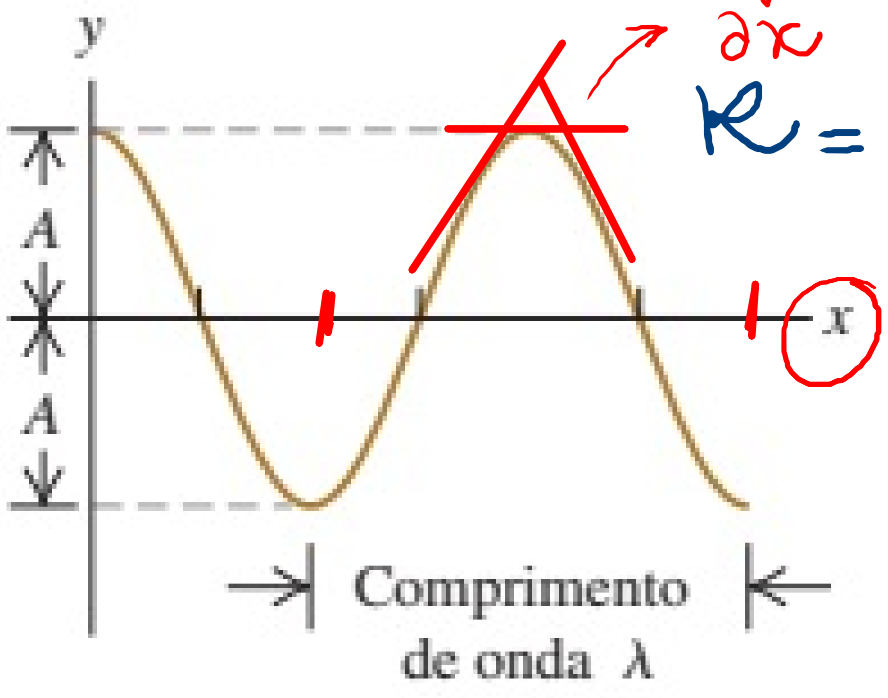
Para o instante $t = 0$:

$$y(x,0) = y_m \cos(kx + \phi) \qquad \phi = 0$$

Para $t = \frac{T}{20}$: $y(x,t) = y_m \cos\left(kx - \frac{\pi}{10}\,\mathrm{rad} + \phi\right)$

Figura 15.9 Dois gráficos da função de onda $y(x, t)$ na Equação 15.7. (a) Gráfico do deslocamento y em função de x para um tempo $t = 0$. (b) Gráfico do deslocamento y em função do tempo t quando $x = 0$. A escala vertical está exagerada em (a) e em (b).

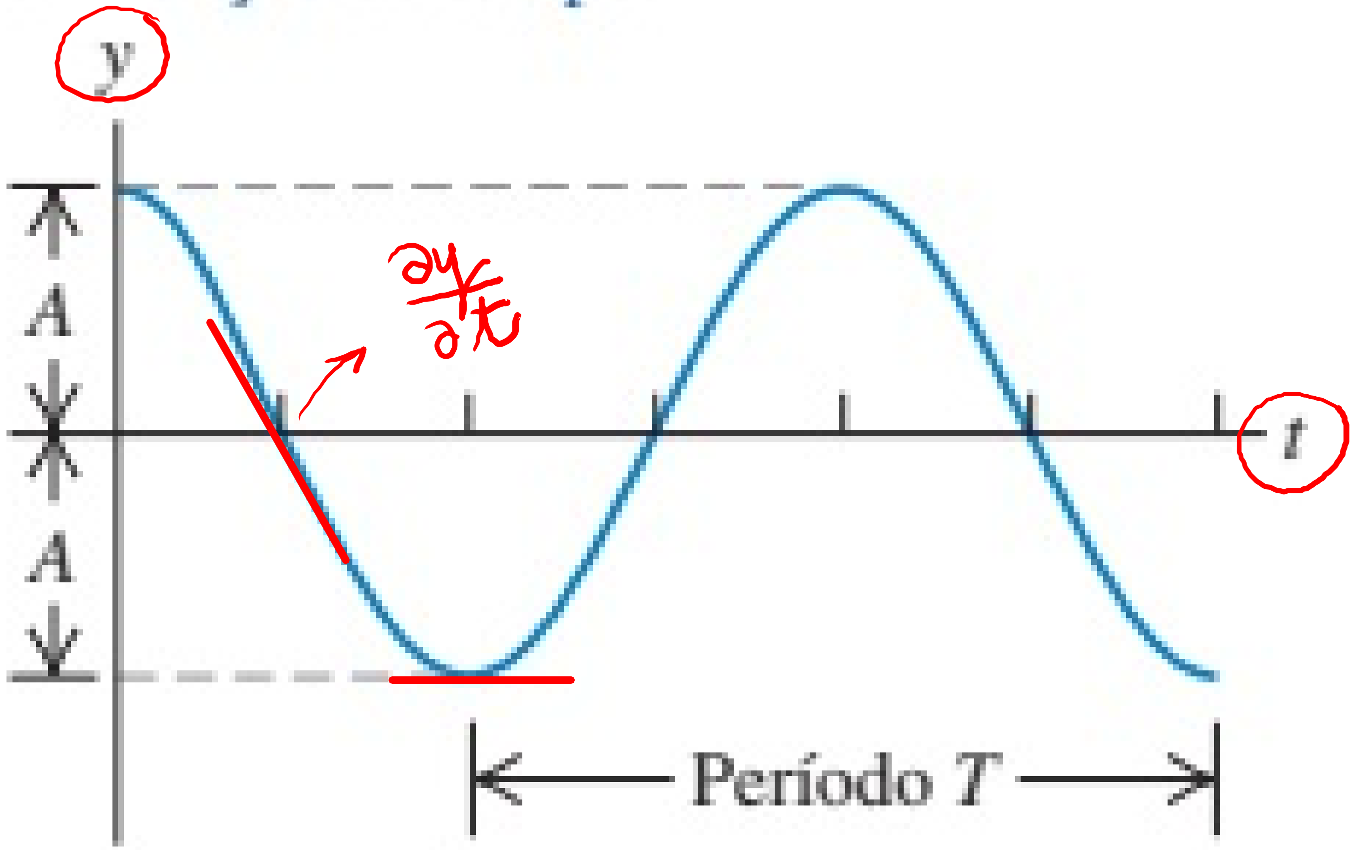
(a) Se usarmos a Equação 15.7 para fazer o gráfico de y em função de x para o tempo $t = 0$, a curva mostra a *forma* da corda em $t = 0$.



$\frac{\partial y}{\partial x}$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

(b) Se usarmos a Equação 15.7 para fazer o gráfico de y em função de t para a posição $x = 0$, a curva mostra o *deslocamento* y da partícula em $x = 0$ em função do tempo.



$\frac{\partial y}{\partial t}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Velocidade dos pontos da corda: $u_y(x,t) = \dfrac{\partial y(x,t)}{\partial t}$

$$y(x,t) = y_m \cos(kx \mp \omega t + \phi)$$

$$\frac{d}{dt}\left(x_m \cos(\omega t + \phi)\right) = -\omega x_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$u_y(x,t) = \omega y_m \sin(kx - \omega t + \phi) \quad \text{(para direita)}$$

$$u_y(x,t) = -\omega y_m \sin(kx + \omega t + \phi) \quad \text{(para esquerda)}.$$

Aceleraçao dos pontos da corda: $a_y(x,t) = \dfrac{\partial u_y(x,t)}{\partial t}$.

Onda para direita $(+x)$:

$$a_y(x,t) = -\omega^2 \overbrace{y_m \cos(k.x - \omega t + \phi)}^{y(x,t)} = \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

Onda para esquerda $(-x)$:

$$a_y(x,t) = -\omega^2 \overbrace{y_m \cos(kx - \omega t + \phi)}^{y(x,t)} = \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$$

$$a_y(x,t) = -\omega^2 \cdot y(x,t)$$

$$\searrow -v^2 k^2 y(x,t)$$

Equaçao de Onda

$$y(x,t) = y_m \cos(kx - wt + \phi)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = y_m \left(-\sin(kx - wt + \phi)\right) \frac{\partial}{\partial x}\left(kx - wt + \phi\right)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x}(x,t) = -k y_m \sin(kx - wt + \phi)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(x,t) = -k^2 y_m \cos(kx - wt + \phi) = -k^2 y(x,t)$$

$$w = k \cdot v \iff v = \lambda \cdot f$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(x,t) = -\frac{\omega^2}{v^2}\, y_m \cos(kx - \omega t + \phi).$$

$$\boxed{\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \left(\frac{1}{v^2}\right)\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}}$$

equação da onda.

1864.

Fizeau.

Maxwell $\nearrow \vec{E}(x,t)$, $\searrow \vec{B}(x,t)$

$c \sim 2{,}9 \times 10^8\ m/s$

$v \simeq c$