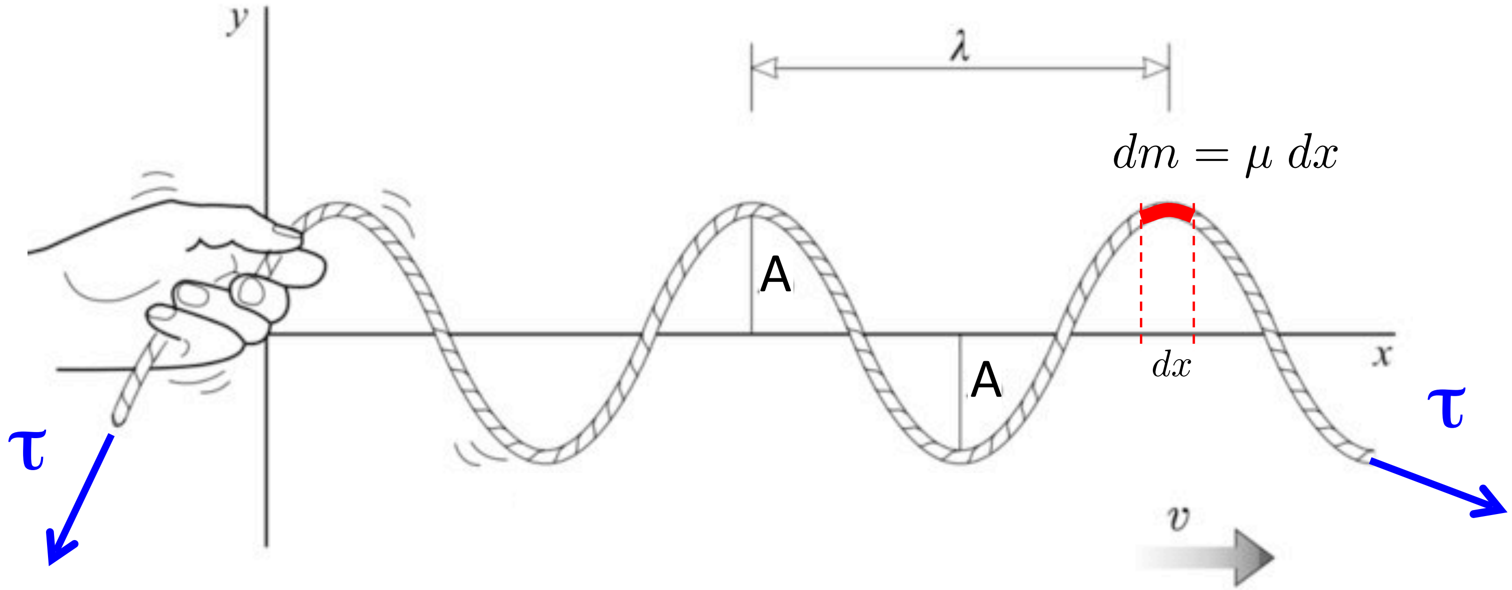
Aula 2b -Ondas

- A corda ideal
- A velocidade de fases numa corda ideal
- Um exemplo interessante

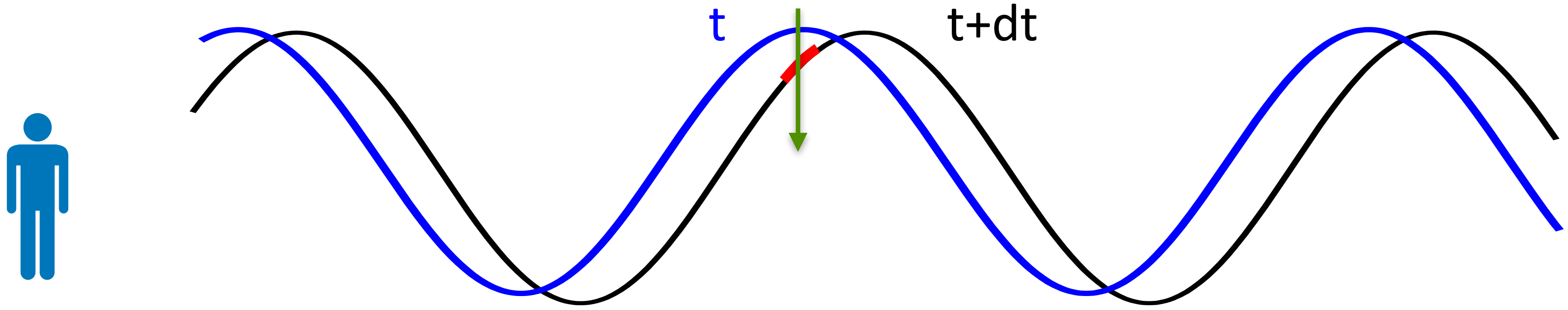
A DINÂMICA DA CORDA IDEAL



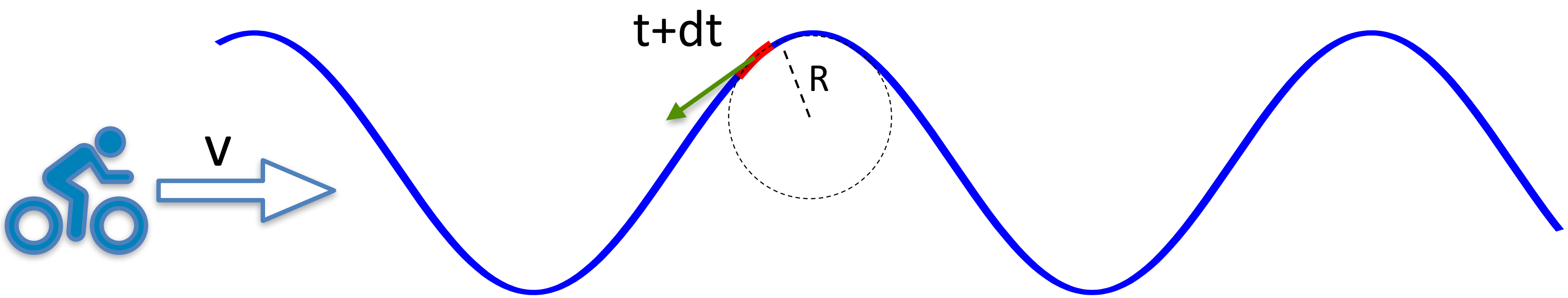
- Infinita
- Massiva - densidade linear de massa $\mu\ (kg/m)$
- Tensionada - tensão $\tau\ (N)$
- Perfeitamente elástica
- Sem atritos internos ou externos

A VELOCIDADE DE FASES DE UMA ONDA NUMA CORDA

Observador em repouso: observa elementos da corda moverem-se verticalmente



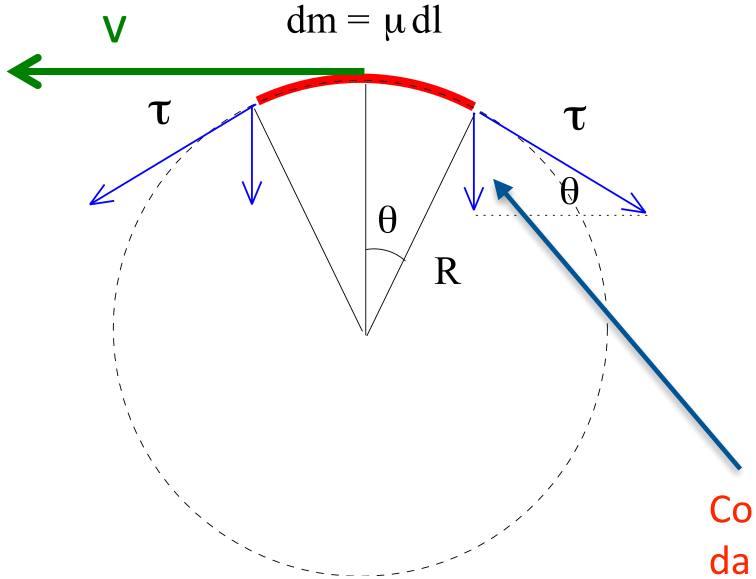
Observador com a velocidade de fase: observa elementos da corda deslizarem ao longo da onda estática.



Perto do pico da onda o movimento parece um movimento circular uniforme

A VELOCIDADE DE FASES DE UMA ONDA NUMA CORDA

Para dt muito pequeno o movimento visto pelo observador com velocidade V é aproximadamente um movimento circular uniforme (MCU).



Componente vertical da tensão

Então existe uma força centrípeta cuja a origem deve ser a tensão na corda.

$$F_c = dm\frac{v^2}{R}$$

$$F_\tau = F_c \qquad F_\tau = 2\tau \sin\theta \qquad \sin\theta = \frac{dl}{2R}$$

Combinando as expressões

$$dm\frac{v^2}{R} = dl\frac{\tau}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$$

força restauradora

inércia

A VELOCIDADE DE FASES DE UMA ONDA NUMA CORDA

CONCLUSÕES

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$$

← força restauradora (τ)

← inércia (μ)

- Numa corda a velocidade de fase depende somente da tensão na corda e da sua densidade de massa.
- Maiores tensões (força restauradora) significam maiores valocidades de propagação.
- Maiores densidades de massa (inércia) significam menores velocidades de propagação
- Como a densidade de massa de uma corda pode variar ao longo de seu comprimento é possível ter velocidades de fase diferentes em diferentes pontos da corda. Ou seja, ao se propagar por uma corda inhomogênea uma onda pode sofrer acelerações ou desacelerações.

EXERCÍCIO

13. Uma corda de comprimento L é suspensa verticalmente a partir do teto. Na extremidade inferior, um pulso é emitido para cima. Mostre que o tempo necessário para este atingir a extremidade superior é $2\sqrt{L/g}$.

Usando a definição de velocidade obtemos

$$\frac{dy}{dt} = v(y) \qquad dt = \frac{dy}{v(y)}$$

Integrando obtemos a expressão para o tempo

$$\int_0^{\Delta t} dt = \int_0^L \frac{dy}{v(y)} \qquad \Delta t = \int_0^L \frac{dy}{v(y)}$$

Usando a expressão para a velocidade de fases

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}} \qquad \Delta t = \frac{1}{\sqrt{g}} \int_0^L \frac{dy}{\sqrt{y}}$$

O cálculo da integral é deixado como exercício