

Um caso particular de interferência: onda estacionária

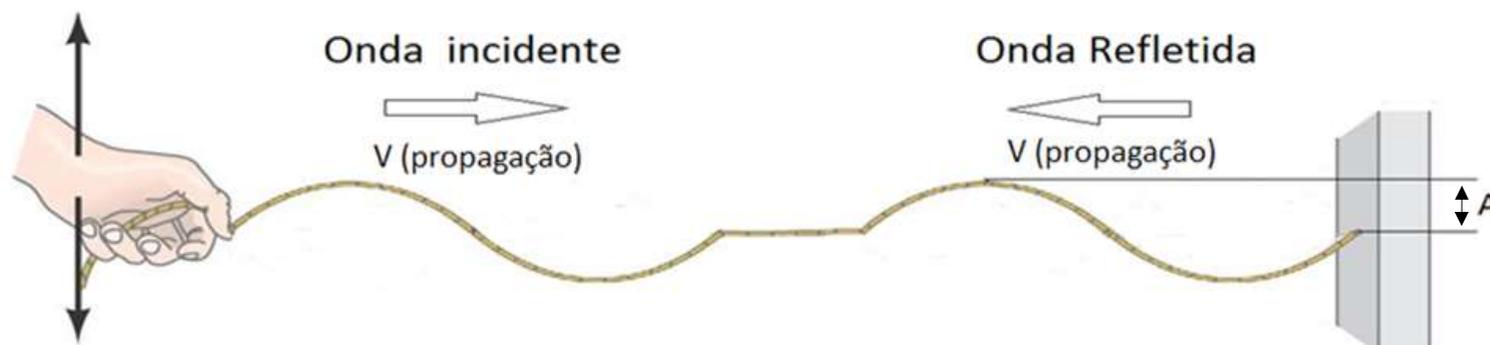
Apresentação, orientação e tarefa: **fisicasp.com.br**

Professor **Caio Gomes**

Standing Waves on a string

QuantumBoffin

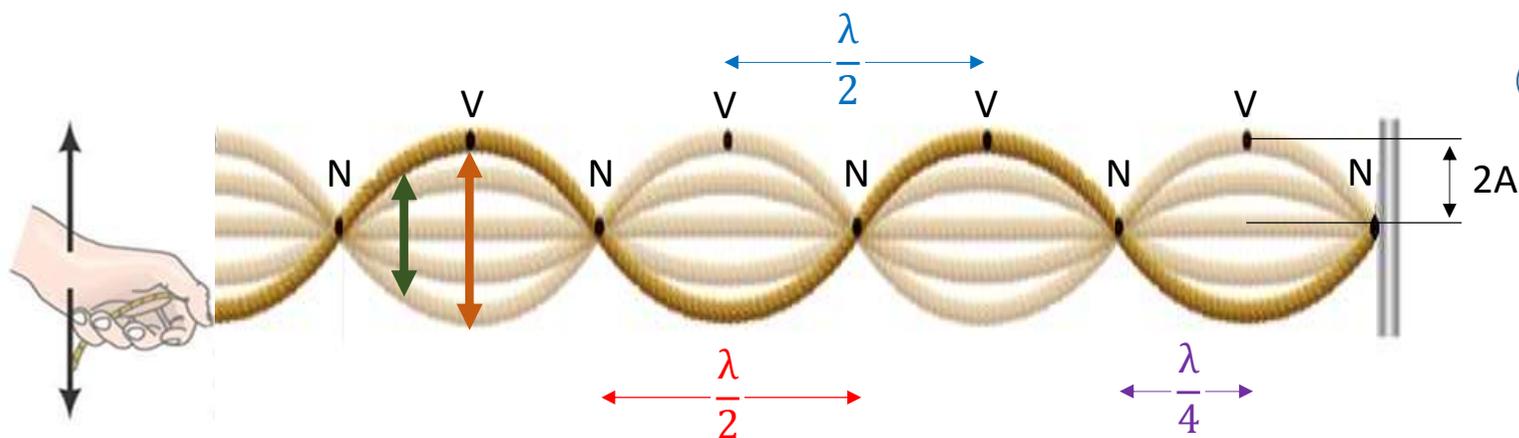
2. Onda estacionária



Ondas progressivas



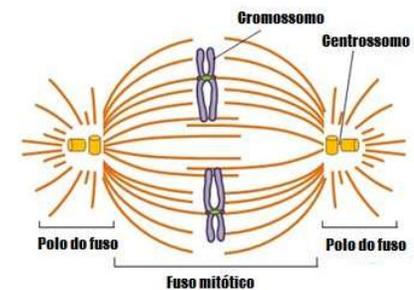
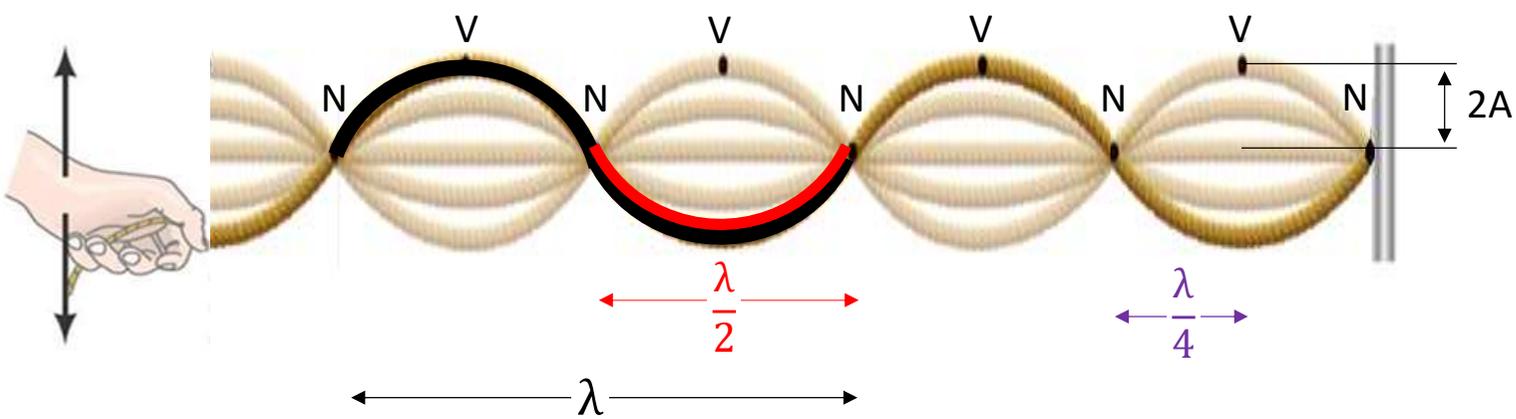
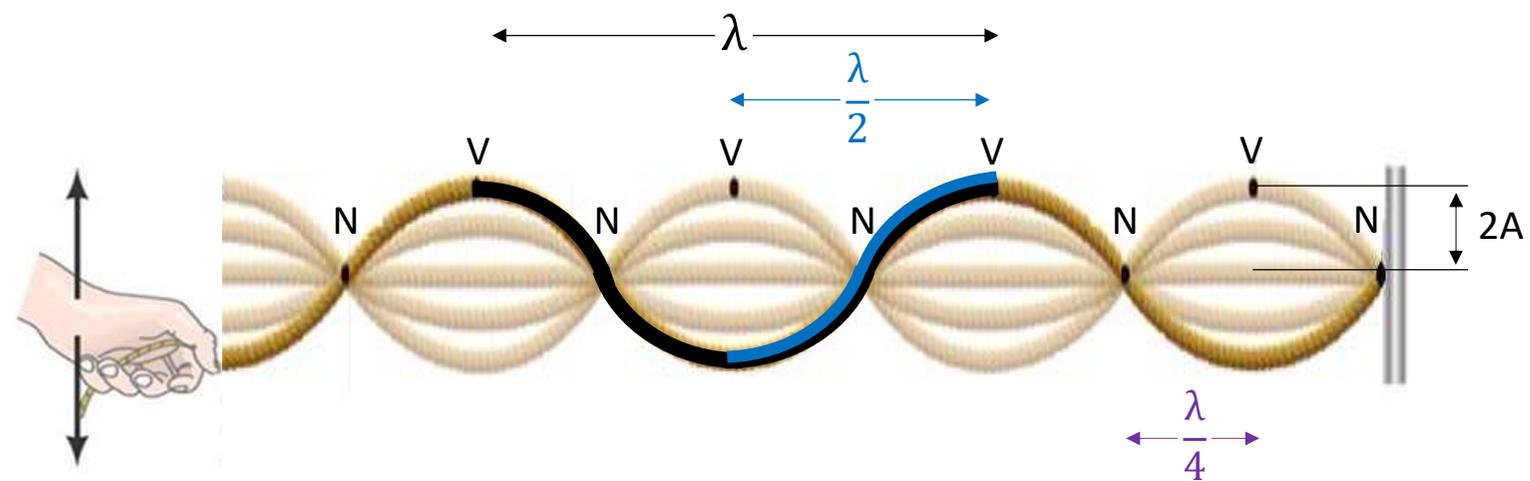
- Nó: interferência destrutiva
- Ventre: interferência construtiva



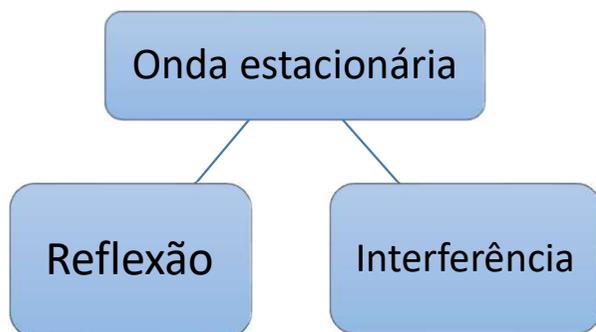
Onda estacionária



2. Onda estacionária



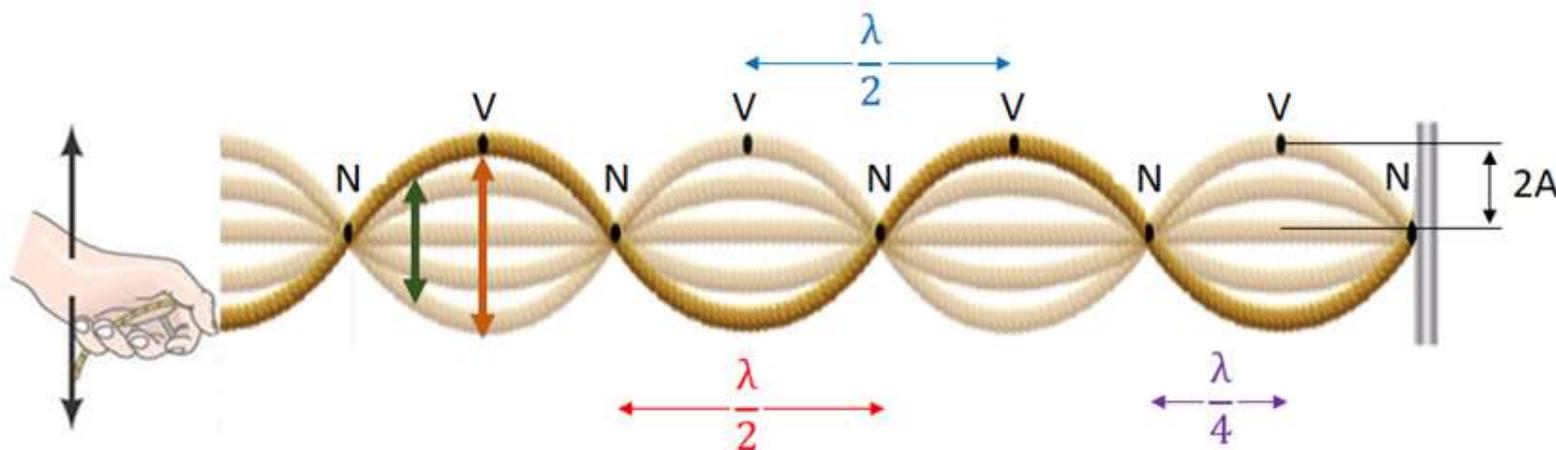
2. Onda estacionária



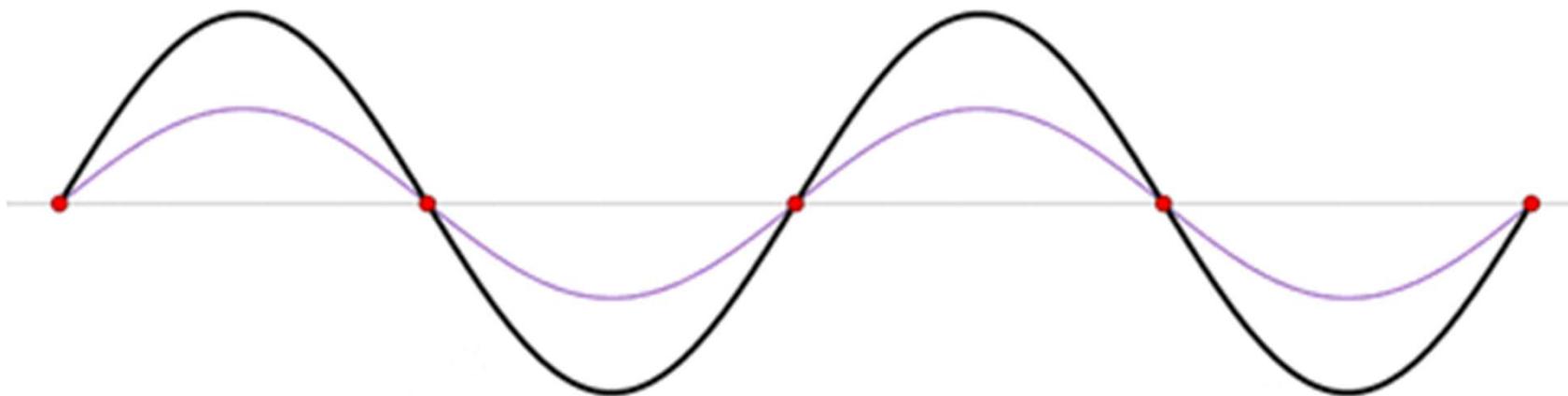
	Ondas originais	Onda estacionária
Amplitude	A	2A
Comp. de onda	λ	λ
Frequência	f	f

$$V = \lambda \cdot f$$

- Nó: interferência destrutiva
- Ventre: interferência construtiva



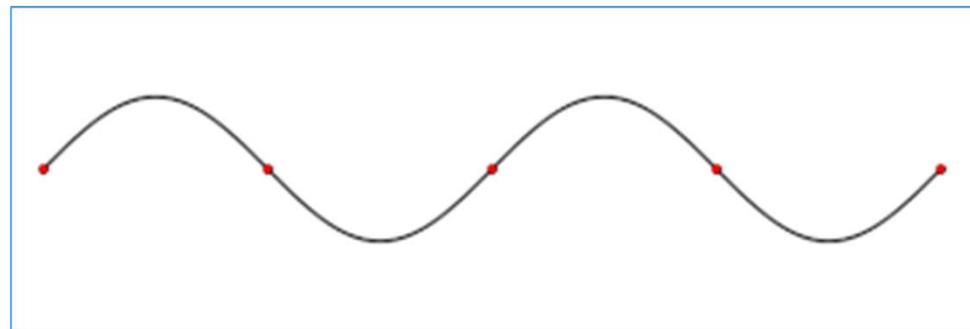
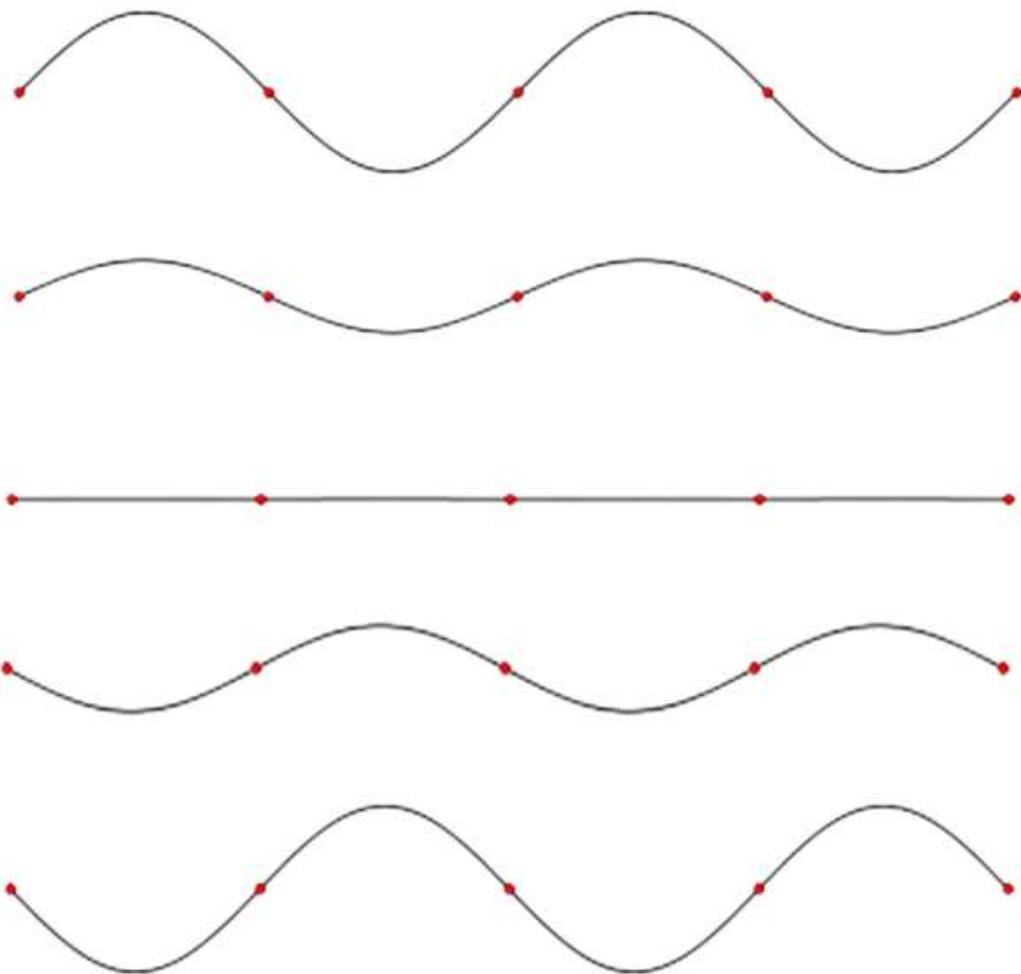
Simulador



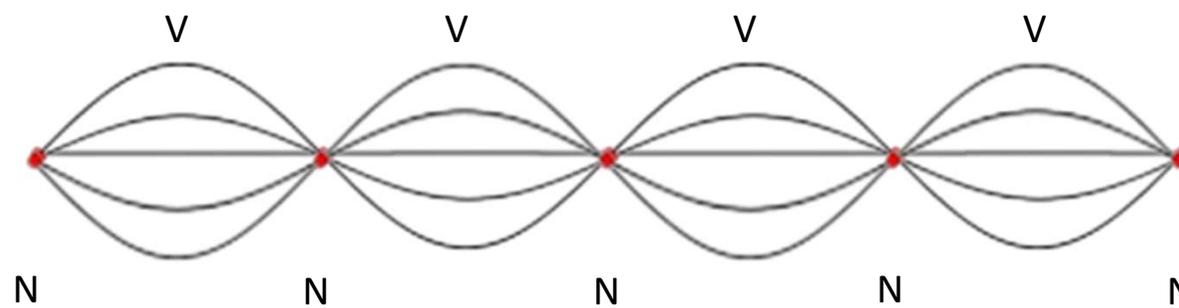
lucasvb.tumblr.com

https://iwant2study.org/lookangejss/04waves_11superposition/ejss_model_wave1d01/wave1d01_Simulation.xhtml

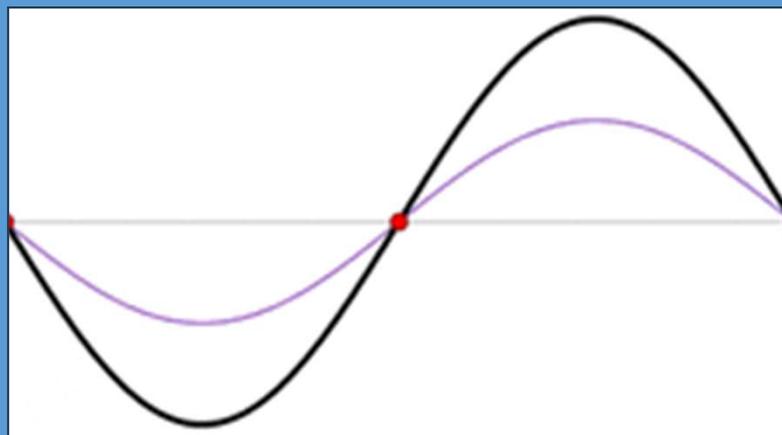
2. Onda estacionária



2. Onda estacionária

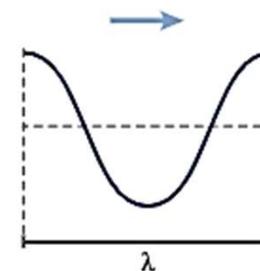
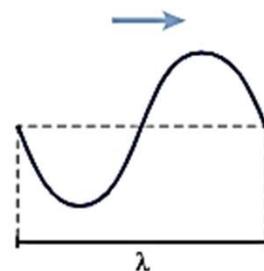
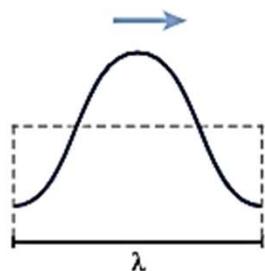
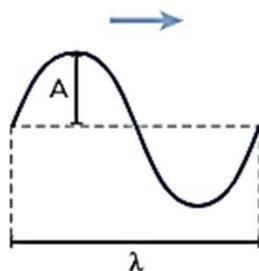


2. Onda estacionária

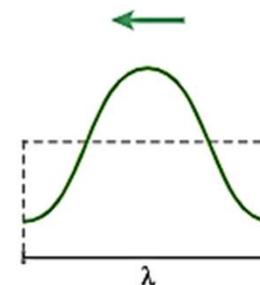
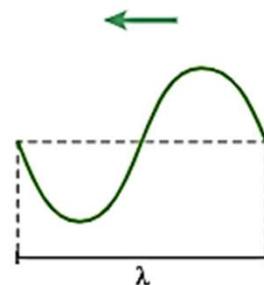
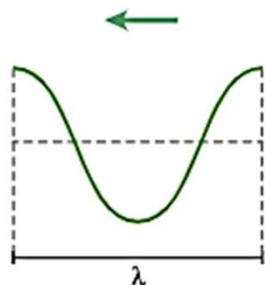
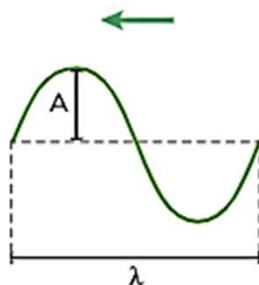


2. Onda estacionária

Onda que se propaga para a direita



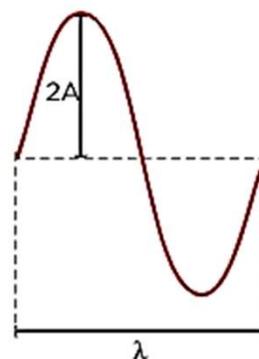
Onda que se propaga para a esquerda



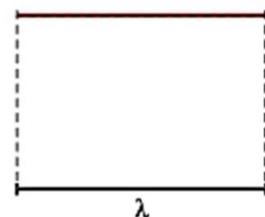
Superposição das ondas (onda estacionária)



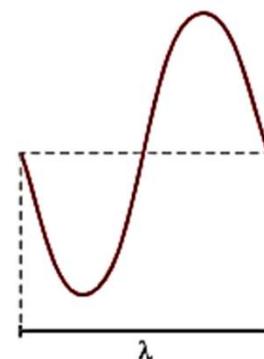
+



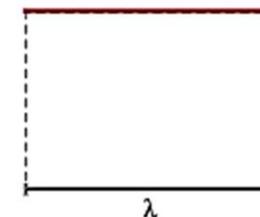
$$t_0 = 0$$



$$t = \frac{T}{4}$$

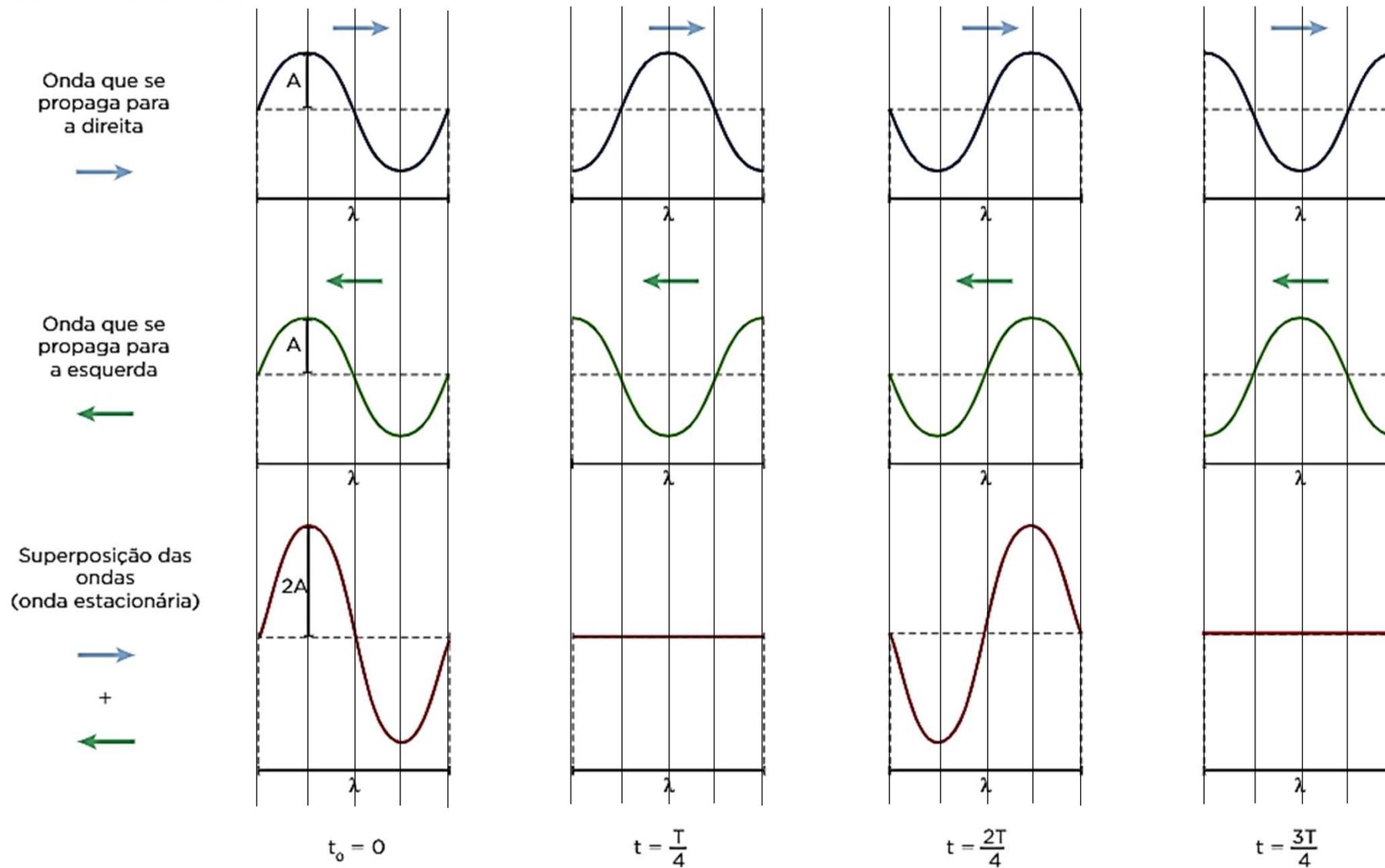


$$t = \frac{2T}{4}$$



$$t = \frac{3T}{4}$$

2. Onda estacionária

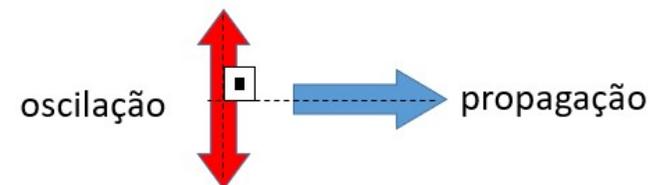
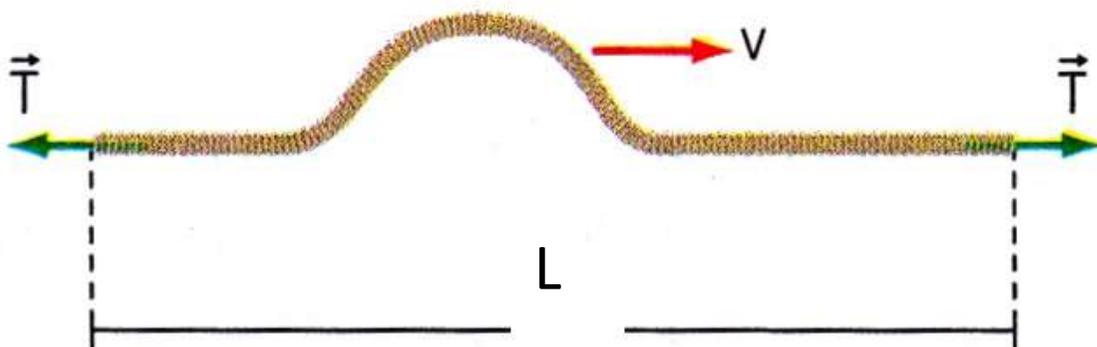


Ondas estacionárias em cordas

Apresentação, orientação e tarefa: fisicasp.com.br

Professor **Caio Gomes**

1. Equação de Taylor



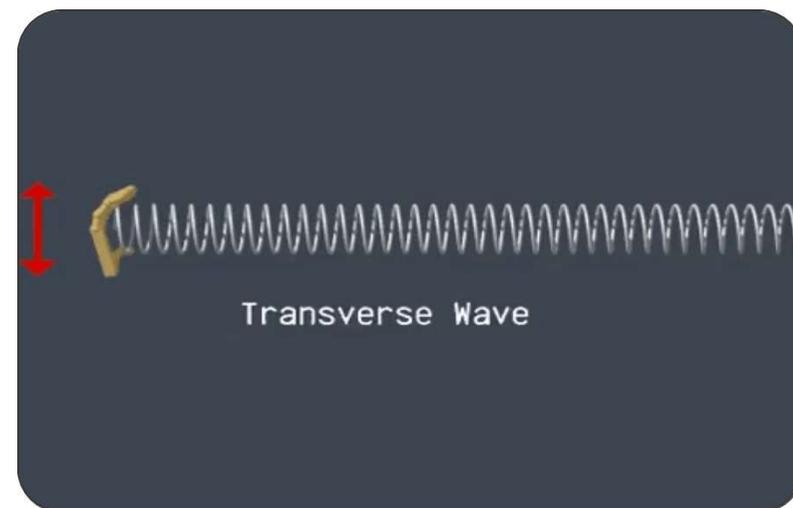
- v : velocidade de propagação – SI: (m/s)
- T : força de tração – SI: (N)
- L : comprimento da corda – SI: (m)
- μ : densidade linear da corda – SI: (kg/m)

Velocidade de propagação: equação de Taylor

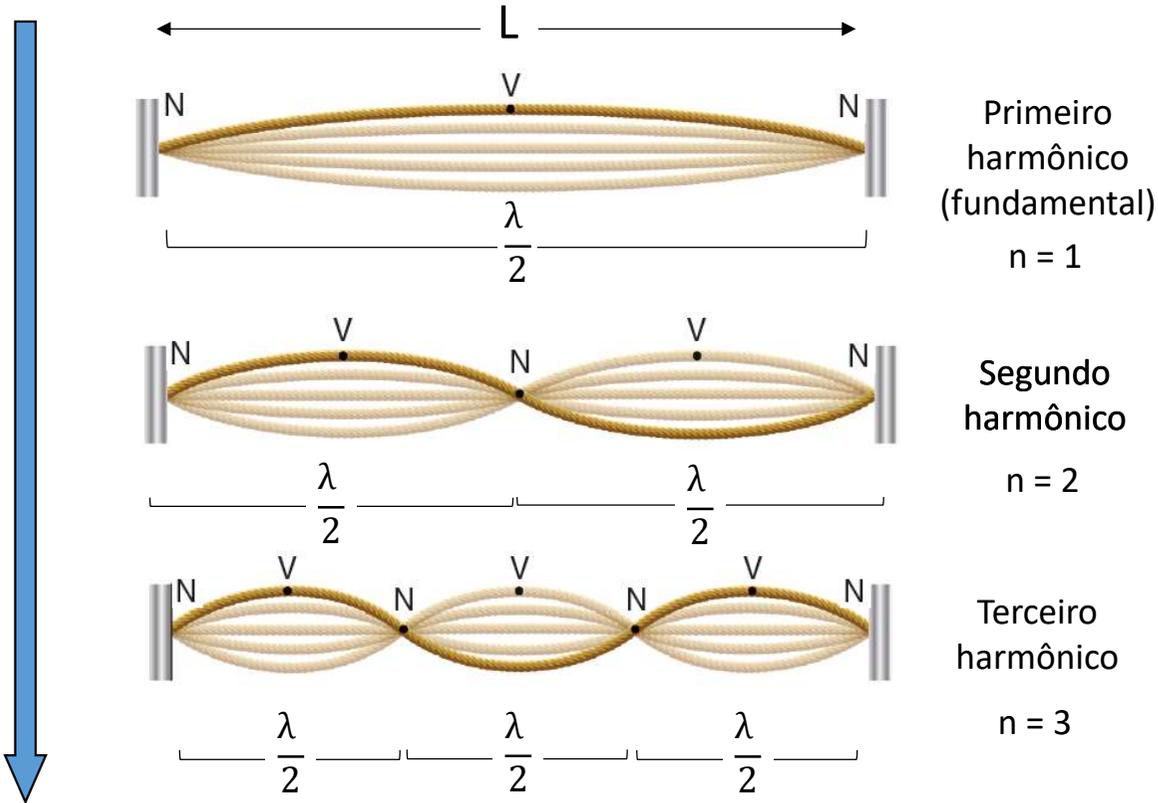
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Densidade linear

$$\mu = \frac{m}{L}$$



2. Modos de vibração: duas extremidades fixas



$n = 1, 2, 3, 4 \dots$

$$L = (1) \cdot \frac{\lambda_1}{2} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{2L}{(1)}$$

$$L = (2) \cdot \frac{\lambda_2}{2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2L}{(2)}$$

$$L = (3) \cdot \frac{\lambda_3}{2} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{2L}{(3)}$$

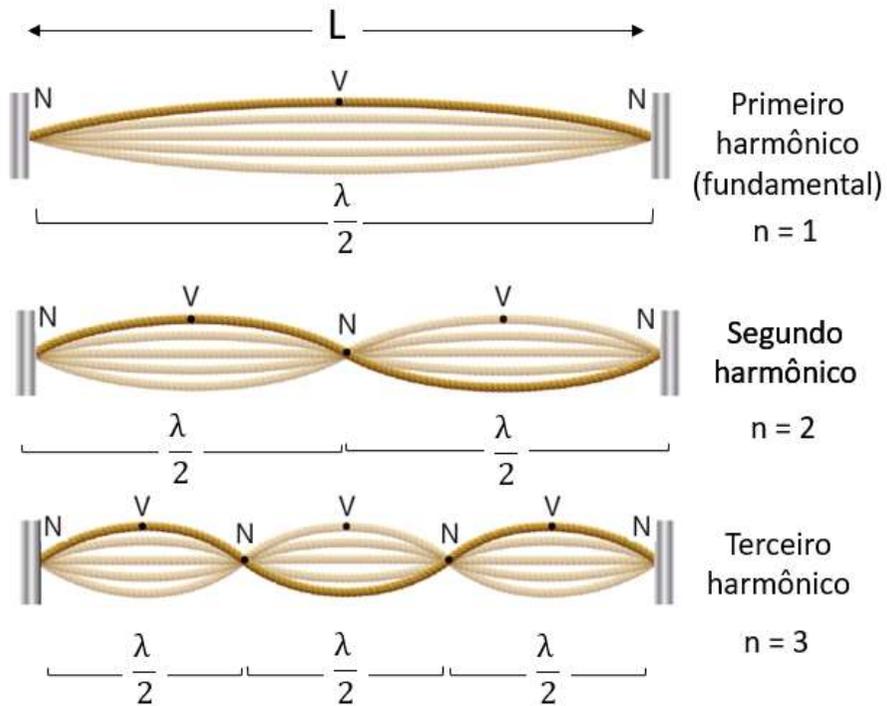
$$L = (n) \cdot \frac{\lambda_n}{2} \Rightarrow \lambda_n = \frac{2L}{(n)}$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} \Rightarrow f_n = \frac{v}{\frac{2L}{(n)}} \Rightarrow f_n = (n) \frac{v}{2L}$$

f : aumenta
v : constante
 λ : diminui

$$\uparrow f_n = \frac{v_{cte}}{\lambda_n \downarrow} \quad \uparrow f_n = \uparrow (n) \left[\frac{v}{2L} \right]$$

2. Modos de vibração: duas extremidades fixas



$$f_2 = (2) f_1$$

$$f_3 = (3) f_1$$

$$f_n = (n) f_1$$

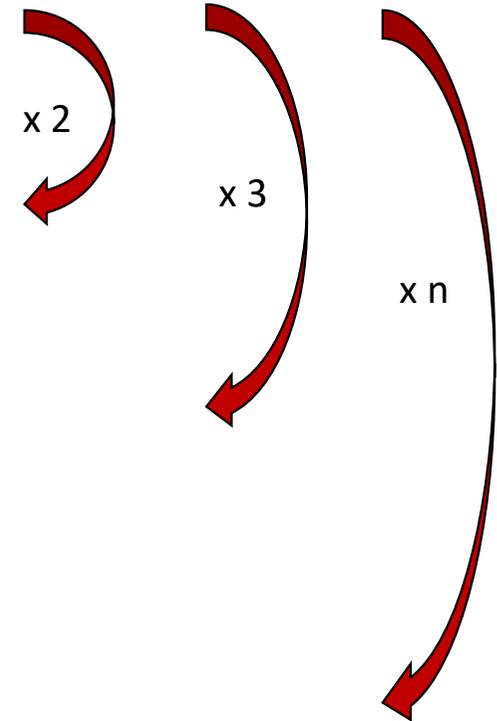
$n = 1, 2, 3, 4 \dots$

$$f_1 = (1) \frac{v}{2L}$$

$$f_2 = (2) \frac{v}{2L}$$

$$f_3 = (3) \frac{v}{2L}$$

$$f_n = (n) \frac{v}{2L}$$



2. Modos de vibração: duas extremidades fixas



$$f = n \cdot \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

2. Modos de vibração – duas extremidades fixas

Primeiro
harmônico
(fundamental)



Segundo
harmônico

Terceiro
harmônico



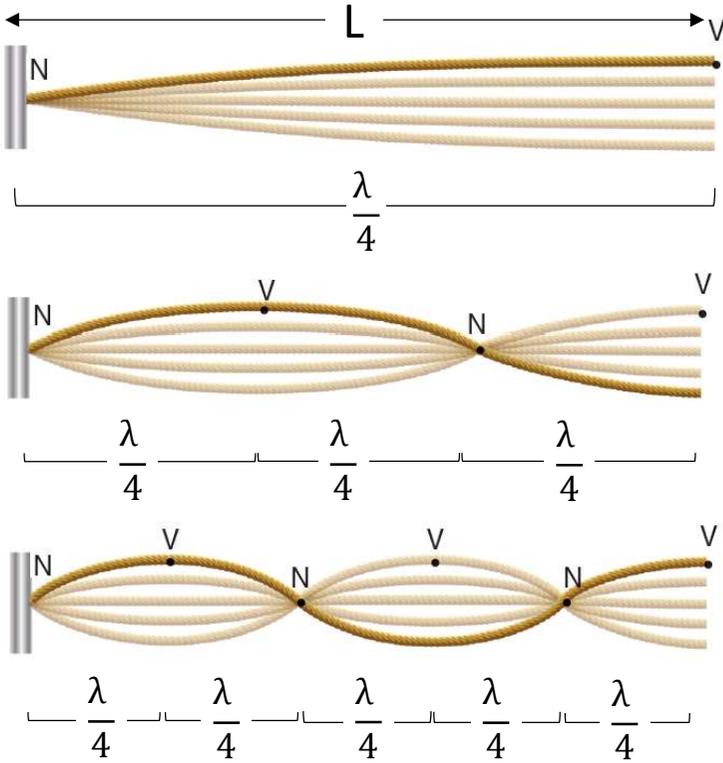
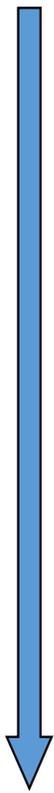
Quarto
harmônico

Quinto
harmônico



Sexto
harmônico

3. Modos de vibração: uma extremidade livre



Primeiro harmônico (fundamental)
n = 1

Terceiro harmônico
n = 3

Quinto harmônico
n = 5

n = 1, 3, 5, 7 ... (ímpar)

$$L = (1) \cdot \frac{\lambda_1}{4} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4L}{(1)}$$

$$L = (3) \cdot \frac{\lambda_3}{4} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{4L}{(3)}$$

$$L = (5) \cdot \frac{\lambda_5}{4} \Rightarrow \lambda_5 = \frac{4L}{(5)}$$

$$L = (n) \cdot \frac{\lambda_n}{4} \Rightarrow \lambda_n = \frac{4L}{(n)}$$

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} \Rightarrow f_n = \frac{v}{\frac{4L}{(n)}} \Rightarrow f_n = (n) \frac{v}{4L}$$

f : aumenta
v : constante
λ : diminui

$$\uparrow f_n = \frac{v_{cte}}{\lambda_n \downarrow}$$

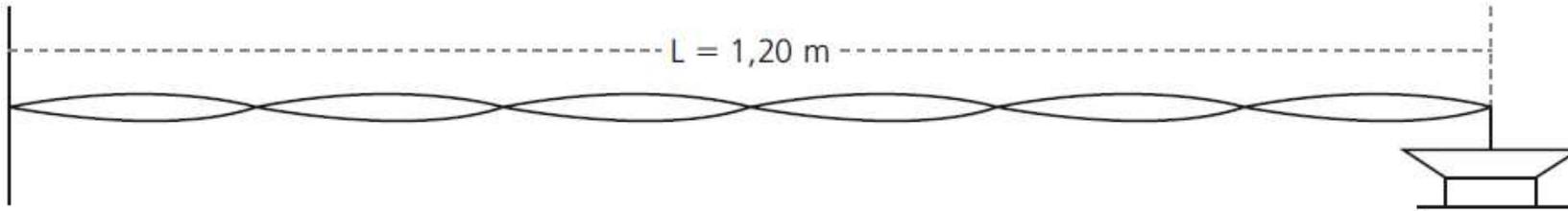
$$\uparrow f_n = \uparrow (n) \left[\frac{v}{4L} \right]$$

cte

Exercícios

(UFPR) Num estudo sobre ondas estacionárias, foi feita uma montagem na qual uma fina corda teve uma das suas extremidades presa numa parede e a outra num alto-falante. Verificou-se que o comprimento da corda, desde a parede até o alto-falante, era de 1,20 m. O alto-falante foi conectado a um gerador de sinais, de maneira que havia a formação de uma onda estacionária quando o gerador emitia uma onda com frequência de 6 Hz, conforme é mostrado na figura a seguir.

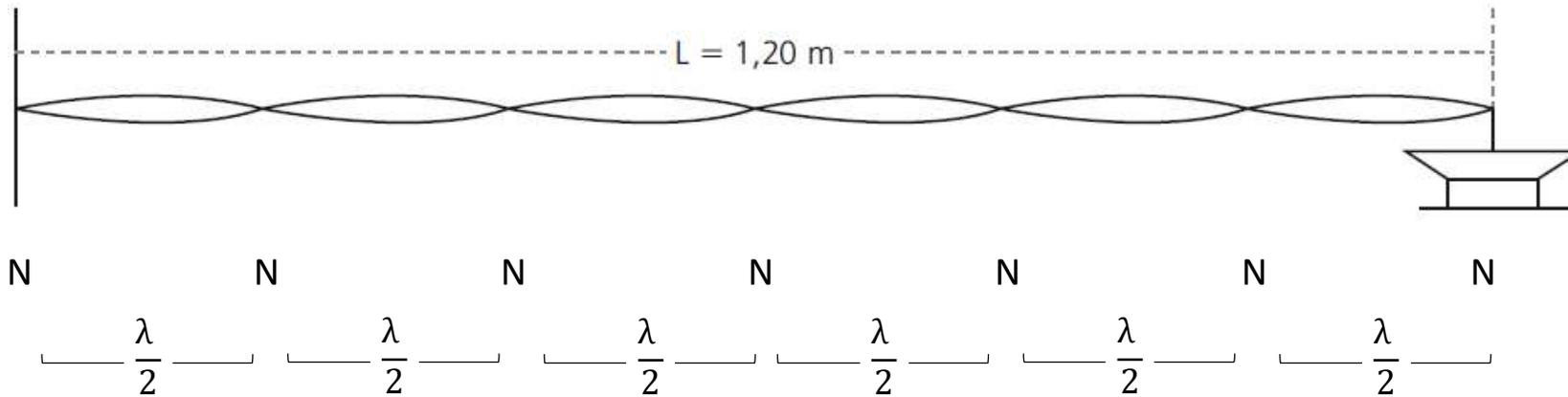
Com base nessa figura, determine, apresentando os respectivos cálculos:



- O comprimento de onda da onda estacionária.
- A velocidade de propagação da onda na corda.

(UFPR) Num estudo sobre ondas estacionárias, foi feita uma montagem na qual uma fina corda teve uma das suas extremidades presa numa parede e a outra num alto-falante. Verificou-se que o comprimento da corda, desde a parede até o alto-falante, era de 1,20 m. O alto-falante foi conectado a um gerador de sinais, de maneira que havia a formação de uma onda estacionária quando o gerador emitia uma onda com frequência de 6 Hz, conforme é mostrado na figura a seguir.

Com base nessa figura, determine, apresentando os respectivos cálculos:



a) O comprimento de onda da onda estacionária.

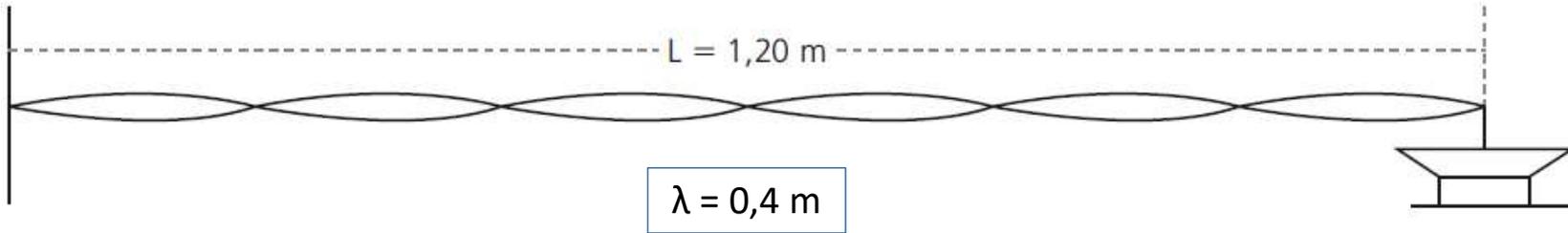
$$6 \cdot \frac{\lambda}{2} = 1,2$$



$$\lambda = \frac{1,2 \cdot 2}{6} = 0,4 \text{ m}$$

(UFPR) Num estudo sobre ondas estacionárias, foi feita uma montagem na qual uma fina corda teve uma das suas extremidades presa numa parede e a outra num alto-falante. Verificou-se que o comprimento da corda, desde a parede até o alto-falante, era de 1,20 m. O alto-falante foi conectado a um gerador de sinais, de maneira que havia a formação de uma onda estacionária quando o gerador emitia uma onda com frequência de 6 Hz, conforme é mostrado na figura a seguir.

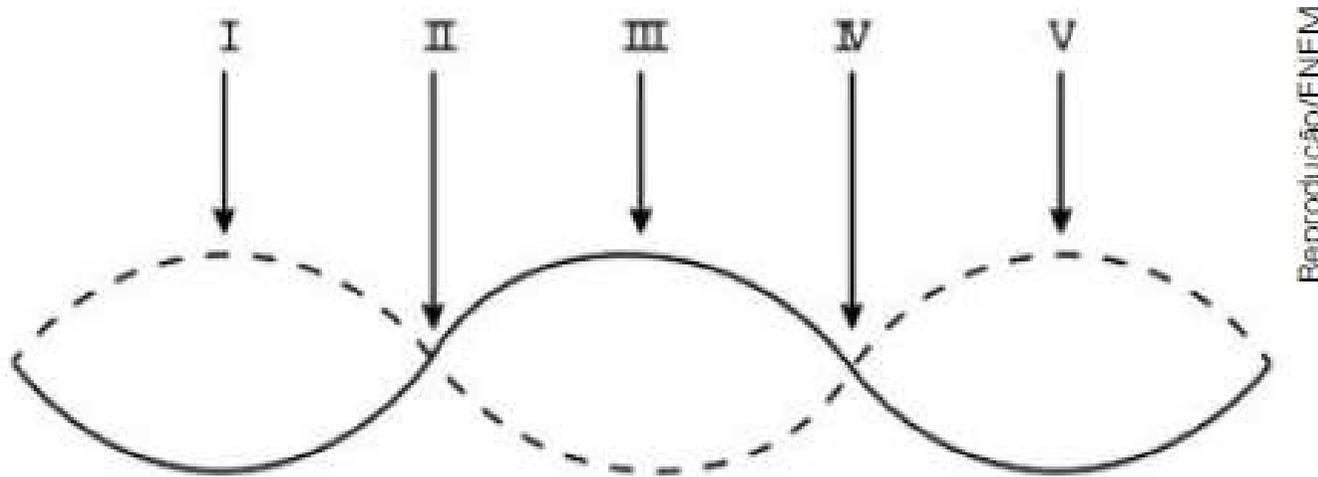
Com base nessa figura, determine, apresentando os respectivos cálculos:



b) A velocidade de propagação da onda na corda.

$$V = \lambda \cdot f = 0,4 \cdot 6 = 2,4 \text{ m/s}$$

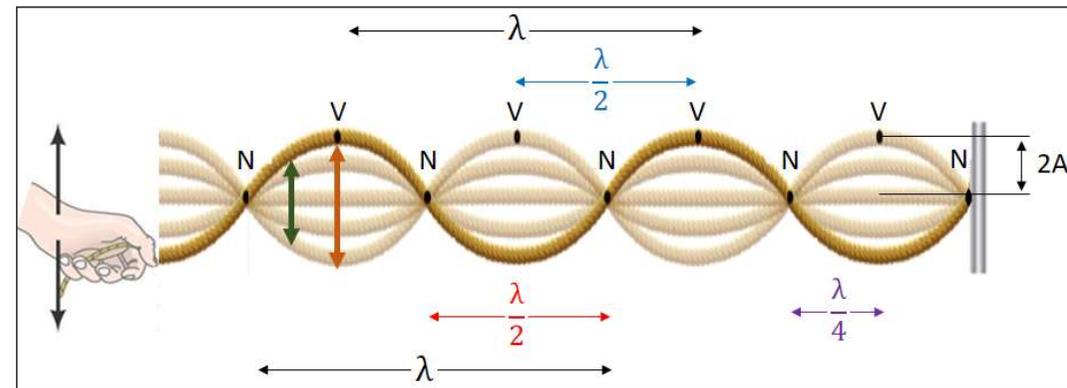
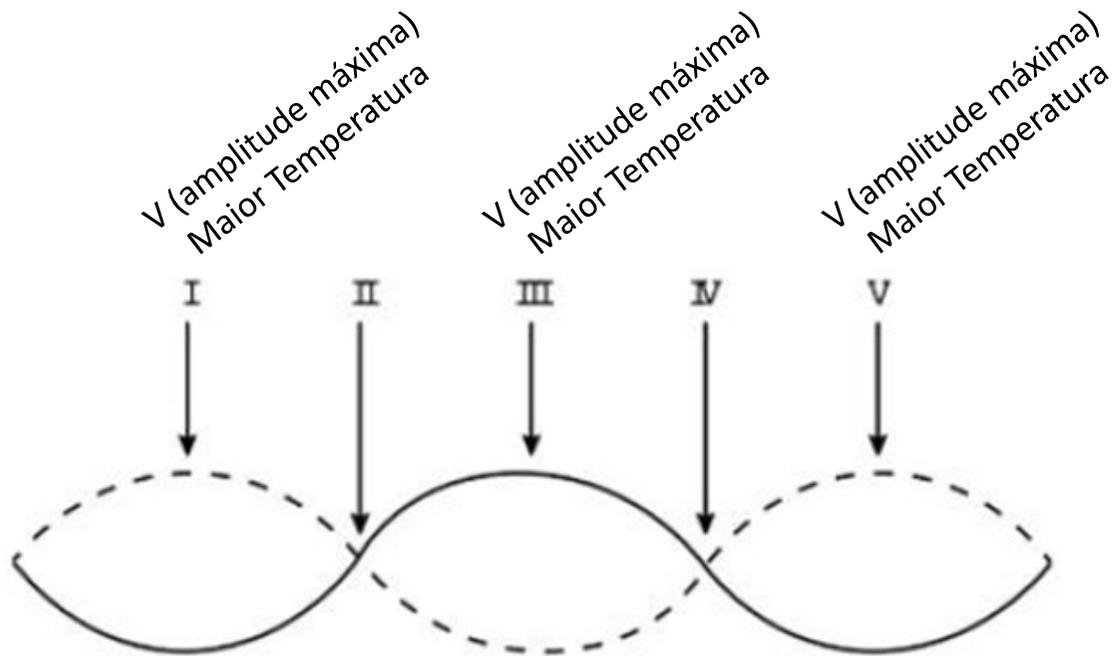
(Enem) Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- a) I e III b) I e V c) II e III d) II e IV e) II e V

(Enem) Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

a) I e III

b) I e V

c) II e III

d) II e IV e) II e V

Chocolate no forno de micro-ondas

