



## Lista 6: Ondas Progressivas

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula:

Turma:

Prof. :

**Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.**

### Exercícios Conceituais

**QUESTÃO 1.** As crianças montam um telefone de brinquedo fazendo passar as extremidades de um fio através de um orifício feito em um copo de papel e amarrando-as de modo que o fio não saia do copo. Quando o fio é esticado, o som pode ser transmitido de um copo para o outro. Como isso funciona? Por que o som transmitido pelo fio é mais intenso do que o som transmitido no ar através da mesma distância?

**QUESTÃO 2.** \*\*\*Duas cordas de massa diferente por unidade de comprimento  $u_1$  e  $u_2$  são amarradas uma à outra e esticadas com uma tensão  $F$ . Uma onda percorre a corda e passa pela descontinuidade em  $u$ . Diga qual das seguintes propriedades será a mesma de ambos os lados da descontinuidade, e qual irá mudar: velocidade da onda, frequência, comprimento de onda. Explique o raciocínio físico que embasa as suas respostas.

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Prof. : \_\_\_\_\_

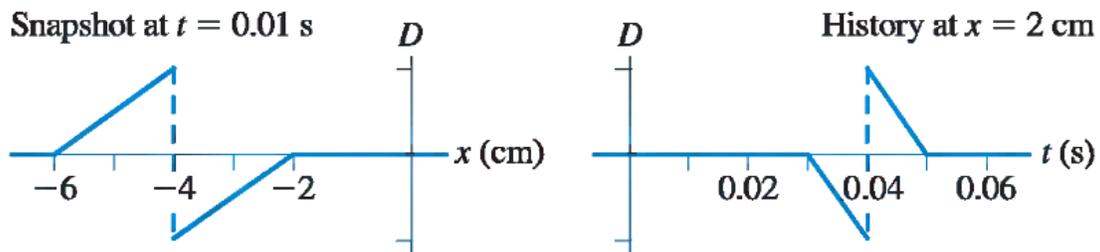
Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.

**Problemas.**

**P1.** A Figura abaixo mostra o gráfico-instantâneo e o gráfico-história para um pulso de onda que se propaga em uma corda esticada. Os gráficos descrevem a mesma onda sob diferentes perspectivas.

a) Em que sentido a onda se propaga? Explique.

b) Qual é a velocidade da onda?



NOME: \_\_\_\_\_

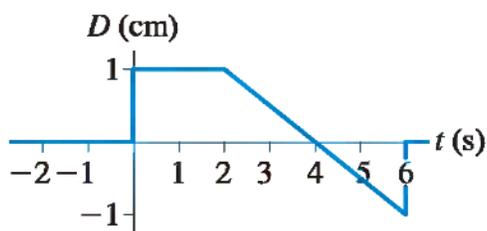
Matrícula: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

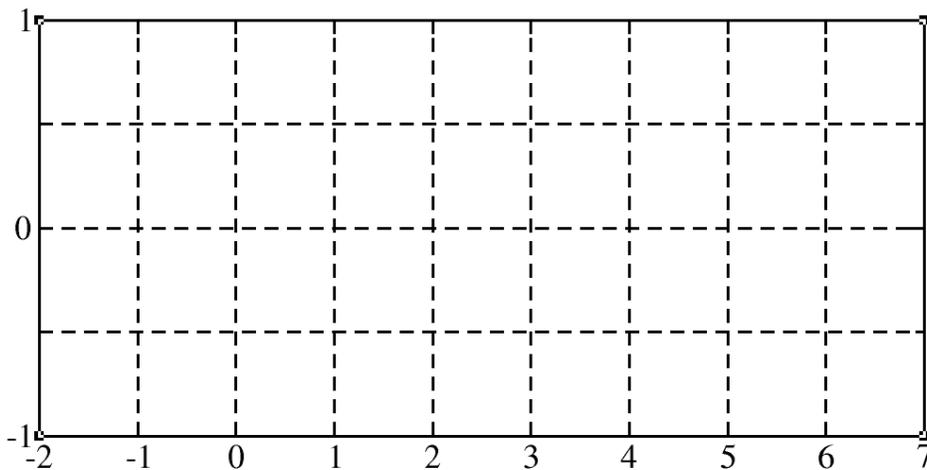
Prof. : \_\_\_\_\_

Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.

P2. \*\*\*Desenhe o gráfico-instantâneo correspondente a  $D(x, t = 1,0 \text{ s})$ , no instante  $t = 1,0 \text{ s}$ , para uma onda se movendo para a direita a  $1,0 \text{ m/s}$ , representada no gráfico-história abaixo.



History graph of a wave at  $x = 0 \text{ m}$



**NOME:** \_\_\_\_\_

**Matrícula:** \_\_\_\_\_

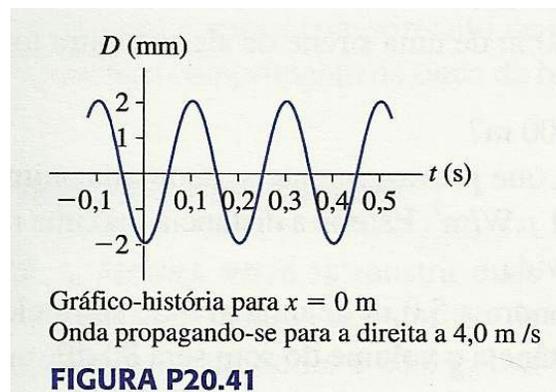
**Turma:** \_\_\_\_\_

**Prof. :** \_\_\_\_\_

**Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.**

**P 3.** A [Figura P20.41](#) é um gráfico-história, para  $x = 0$  m. de uma onda propagando-se a 4.0 m/s no sentido positivo do eixo  $x$ .

- Qual o comprimento de onda correspondente?
- Qual é a constante de fase de onda?
- Escreva a equação para os deslocamentos produzidos no meio por essa onda.





## Lista 6: Ondas Progressivas

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Prof. : \_\_\_\_\_

**Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.**

**Ex. 4.** \*\*\*Uma onda sonora é descrita pela função  $D(y,t) = (0,0200 \text{ mm}) \text{ sen} [ (8,96 \text{ rad/m})y + (3140 \text{ rad/s})t + \pi/4 \text{ rad} ]$ , onde  $y$  está em m, e  $t$ , em s.

a) Em que sentido a onda se propaga?

b) Ao longo de que eixo oscilam as partículas do ar?

c) Quais são os valores do comprimento de onda, da velocidade de onda e do período de oscilação?

d) Desenhe o gráfico da **velocidade** das camadas de ar *versus* tempo, correspondente a  $D(y = 1,00 \text{ m}, t)$ , para  $y = 1,00 \text{ m}$ , desde  $t = 0 \text{ ms}$  até  $t = 4,00 \text{ ms}$ .

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Prof. : \_\_\_\_\_

Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.

**P 5.** Uma pessoa agita a ponta de uma corda criando uma onda senoidal transversal que viaja para a direita ao longo da corda a  $v = 50$  m/s. A figura abaixo mostra uma uma gráfico-instantâneo da onda.

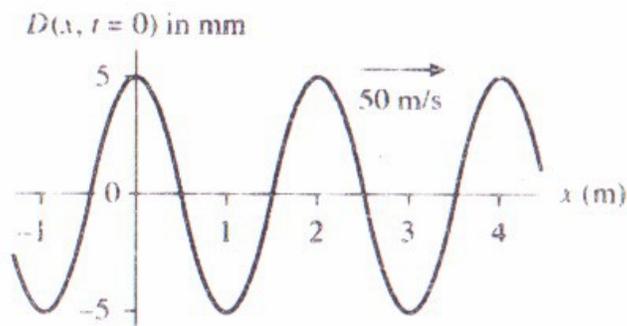
a) Calcule o comprimento de onda  $\lambda$ .

b) Calcule o período temporal da onda,  $T$ .

c) Escreva a equação que descreve o deslocamento  $D(x,t)$  da onda. A equação deve conter valores numéricos, incluindo unidades, para todas as quantidades a menos de  $x$  e  $t$ .

d) Agitando a corda com mais força a onda se propagaria mais rápido? De que maneira poderíamos aumentar a velocidade de propagação da onda na corda?

e) As velocidades verticais de cada um dos pontos da corda referentes a  $x = 1,5$ ,  $x = 2,0$  e  $x = 2,5$ , no tempo  $t = 0$ , são maiores que, iguais a ou menores que zero? Esclareça.





## Lista 6: Ondas Progressivas

**NOME:** \_\_\_\_\_

**Matrícula:** \_\_\_\_\_ **Turma:** \_\_\_\_\_ **Prof. :** \_\_\_\_\_

**Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.**

**P 5. \*\*\***Lasers podem se usados para perfurar ou cortar materiais. Um laser gera uma série de pulsos de alta intensidade, ao invés de um feixe contínuo de luz. Cada pulso contém 500 mJ de energia e dura 10 ns. O laser dispara 10 desse pulsos por segundo.

a) Qual é a potência de pico da luz do laser? A potência de pico é a saída de potência média durante um dos pulsos de 10 ns.

b) Qual é a potência média de saída do laser? A potência média é a energia total emitida por segundo.

c) Uma lente foca o feixe de laser em um círculo de 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro de um alvo. Durante um pulso do laser, qual é a intensidade de luz sobre o alvo?

d) A intensidade de luz solar ao meio-dia é, aproximadamente, 1100 W/m<sup>2</sup>. Qual é a razão entre a intensidade do laser sobre o alvo e a intensidade do Sol ao meio-dia?



## Lista 6: Ondas Progressivas

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Prof. : \_\_\_\_\_

**Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.**

**P6. \*\*\***Os comprimentos de onda da luz **observados** na Terra e provenientes de processos atômicos ocorridos em uma galáxia distante são 1,5% mais longos do que os comprimentos de onda produzidos por processos atômicos correspondes em um laboratório terrestre. Os processos atômicos, porém, **produzem** luz na galáxia distante com os mesmos comprimentos que são **produzidos** na Terra.

a) Qual o fenômeno físico responsável pela mudança do comprimento da onda produzida na outra galáxia quando observado na Terra?

b) A galáxia está se aproximando ou se afastando da Terra? Com que valor da velocidade?

c) Qual a razão entre as frequências das ondas correspondentes?

d) Um extraterrestre que resida nessa galáxia e que esteja observando a Terra, a verá, azulada como aqui, azulada um pouco mais para o violeta ou azulada um pouco mais para o verde? Explique.

NOME: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Prof. : \_\_\_\_\_

Entregue somente os exercícios e problemas marcados com \*\*\*. Os demais são só referências.

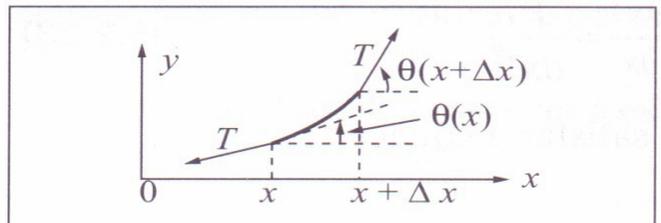
P7. Ondas unidimensionais obedecem à seguinte equação diferencial  $\frac{\partial^2 D}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 D}{\partial t^2} = 0$  .

Prove, seguindo o roteiro abaixo, que as vibrações transversais numa corda de comprimento L, massa M e distendida com tensão T são um exemplo de onda que obedece à equação acima e que apresentam

$$v = \sqrt{\frac{T}{M/L}} .$$

a) Obtenha a componente vertical do força resultante sobre o pequeno pedaço da corda mostrado na figura ao lado.

b) Aproxime essa força para o caso de pequenas vibrações, ou seja  $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$ .



c) Note que  $\tan \theta$  é o coeficiente angular do perfil da corda e portanto é dado por  $\partial y / \partial x$ . Assim reescreva a força em termos de  $\partial y / \partial x$ , nos pontos x e  $x + \Delta x$ .

d) Tome o limite  $\Delta x$  indo a zero, para assim escrever a força em termos de  $\partial^2 y / \partial x^2$ .

e) Aplique a segunda lei de Newton ao elemento de corda e obtenha a equação de onda, identificando a massa do pedaço de corda analisado.

f) Por quê não utilizamos a força peso na dedução acima?

g) Mostre que uma função qualquer cujo argumento seja  $x - vt$ ,  $D(x - vt)$ , satisfaz a essa equação.