

3a. Lista de Exercícios - Ondas em uma corda, ondas longitudinais

Roberto Ortiz
Professor Livre-Docente
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo

October 13, 2021

1-) Um fio de aço, de 2 metros de comprimento e 24 g de massa é esticado entre dois postes para a transmissão de pulsos ondulatórios. Qual é a tensão necessária a ser aplicada no fio de modo que a velocidade dos pulsos seja de 100 m/s?

2-) Repita o exercício anterior supondo um fio feito do mesmo material, mas com metade do diâmetro.

3-) Um fio metálico é utilizado como meio de propagação de ondas mecânicas. Ele possui um comprimento total de 2,5 m, mas é composto pela emenda de dois fios distintos. Um deles, de comprimento 1,5 m, tem massa de 15 g; o outro tem comprimento de 1,0 m e massa de 40 g. O conjunto é mantido esticado por uma tensão de 1 N e as suas duas extremidades são fixas em uma parede.

a) quanto tempo leva para que um pulso passe pelo fio, de parede a parede?

b) o pulso parte da extremidade do fio mais leve. Depois de quanto tempo um primeiro pulso refletido retorna à origem? Esse pulso é direito ou invertido com relação ao pulso original? Por quê?

c) o pulso parte da extremidade do fio mais leve. Depois de quanto tempo um segundo pulso refletido retorna à origem? Esse pulso é direito ou invertido com relação ao pulso original? Por quê?

4-) Repita o exercício anterior, considerando que nos itens (b) e (c), o pulso parte da extremidade do fio mais pesado.

5-) Considere os dados do exercício 3. Suponha que uma sequência de pulsos com amplitude de 2mm parta da extremidade (da parede) do fio mais leve com uma frequência de 10 Hz.

Considere que os fios sejam cilíndricos e que seus diâmetros sejam de 1,6 mm (fio leve) e 3,2 mm (fio pesado).

- a) qual é a intensidade da onda harmônica que é transmitida pelo fio leve?
- b) se somente 50% da intensidade da onda original consegue passar pela emenda do fio, qual será a amplitude da onda que passa para o fio pesado?

6-) Considere o arranjo físico do exercício anterior, *i.e.* dois fios emendados, estendidos entre duas paredes rígidas, mantidos sob uma tensão de 1 N. Uma sequência de pulsos com frequência de 10 Hz e amplitude de 1 mm parta da extremidade do fio mais pesado (*i.e.* da parede) em direção ao fio mais leve.

- a) qual é a intensidade da onda harmônica que é transmitida pelo fio mais pesado?
- b) se somente 75% da intensidade da onda original consegue passar pela emenda do fio, qual será a amplitude da onda que passa para o fio leve?

7-) Violinos possuem 4 cordas afinadas (do grave ao agudo) em sol, re, la e mi. Um fabricante forneceu as seguintes tensões sobre um conjunto de cordas para violino: corda sol = 4,4 kgf; corda re = 4,1 kgf; corda la = 5,5 kgf e corda mi = 7,8 kgf. As frequências dessas notas são: sol = 196 Hz; re = 294 Hz; la = 440 Hz; mi = 659 Hz. O comprimento da corda vibrante de um violino é de 32,5 cm.

- a) Quais seriam as frequências emitidas por cada uma dessas cordas, caso elas fossem instaladas com a mesma tensão em uma viola, que tem comprimento de corda vibrante de 37 cm?
- b) Calcule a tensão necessária para que a viola, equipada com essas cordas, soe com as mesmas notas que o violino.
- c) Você acha que, na prática, a substituição de cordas descrita no item (a) seria possível? Haveria algum problema? Como soaria essa viola, comparada a uma viola “normal”?

8-) Violas possuem 4 cordas afinadas (do grave ao agudo) em do, sol, re e la. Um fabricante forneceu as seguintes tensões sobre um conjunto de cordas para viola: corda do = 4,7 kgf; corda sol = 4,4 kgf; corda re = 4,3 kgf e corda la = 5,0 kgf. As frequências dessas notas são: do = 130 Hz; sol = 196 Hz; re = 294 Hz; la = 440 Hz. O comprimento da corda vibrante de uma viola é de 37,0 cm.

- a) Quais seriam as frequências emitidas por cada uma dessas cordas, caso elas fossem instaladas com a mesma tensão em um violino, que tem comprimento de corda vibrante de 32,5 cm?
- b) Calcule a tensão necessária para que um violino, equipado com essas cordas de viola, soe com as mesmas notas que o violino “tradicional”.
- c) Você acha que, na prática, essa substituição de cordas descrita no item (a) seria possível? Haveria algum problema? Como soaria esse violino com cordas de viola, quando comparado a um violino “tradicional”?

9-) Uma explosão de supernova é um evento que ocorre ao final da evolução de uma estrela de

alta massa, após ela esgotar o seu combustível nuclear. Durante a explosão, as camadas mais externas da estrela são ejetadas a uma velocidade de cerca de 1500 km/s no meio interestelar, produzindo uma nebulosa em expansão. Considere que o meio interestelar seja composto somente de hidrogênio atômico, a uma temperatura de 150 K. Calcule a velocidade do som no meio interestelar e compare-a com a velocidade de expansão de uma remanescente de supernova. Elas têm a mesma ordem de grandeza? Qual é maior?

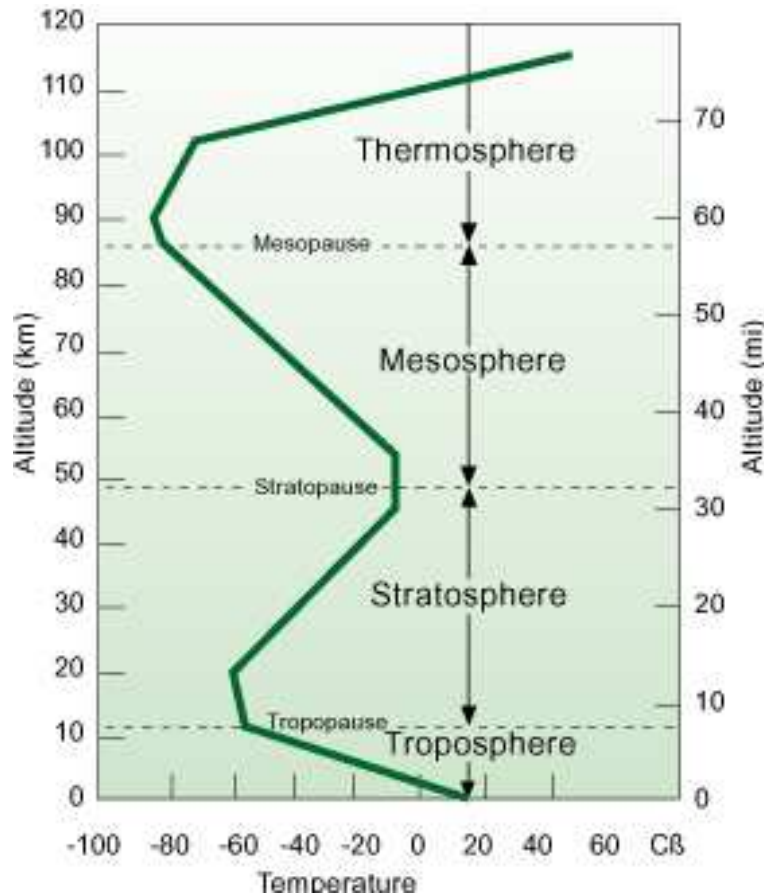


Figure 1: Temperatura da atmosfera terrestre em função da altitude.

10-) A figura 1 ilustra a temperatura da atmosfera terrestre em função da altitude.

(a) Determine a velocidade do som para as seguintes altitudes: (a) nível do mar; (b) 10 km; (c) 20 km; (d) 30 km.

(b) À medida que a altitude aumenta, o ar torna-se mais rarefeito. Como a diminuição da densidade do ar afeta a velocidade do som?

11-) Calcule a amplitude de oscilação das moléculas do ar para um nível sonoro de 50 dB e frequência de 400 Hz. Dado: densidade do ar $1,2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, velocidade do som = 340 m/s.

12-) Repita o exercício anterior para um nível sonoro de 30 dB e frequência de 1000 Hz.

13-) Um tubo de órgão tem comprimento de 4 metros e é aberto em ambas as pontas. Calcule a frequência fundamental de vibração desse tubo e de seus 2 primeiros harmônicos.

14-) Repita o exercício anterior para um tubo com as mesmas dimensões, mas aberto em somente uma de suas extremidades.