

Questão 1

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

 Marcar
questão Editar
questão

Baixem o programa [nesferas-corda.py](https://www.nesferas-corda.py). Na versão original, ele implementa uma simulação de uma "corda" (bastante grande e situada no espaço exterior) composta por 10 esferas ligadas por molas, com a esfera mais à direita fixa e a primeira das esferas movimentada por um agente externo que produz um pulso triangular. A simulação determina o movimento das esferas iterando o Princípio do Momento (a segunda lei de Newton) para cada uma delas, sem qualquer aproximação que não seja a utilização de um passo de tempo finito. Queremos avaliar em que condições são razoáveis as aproximações que utilizamos para a estimativa analítica da força experimentada por uma esfera quando uma onda se propaga na "corda".

As linhas 10 e 11 definem, respectivamente, o comprimento relaxado de cada mola (d_0) e a distância horizontal entre as esferas (d). Notem que inicialmente a magnitude da **tensão externa** é dada por $k_m |d - d_0|$, sendo k_m a constante elástica da mola, definida na linha 12 do programa.

O valor inicial da distância entre as esferas é 4 vezes maior que o comprimento relaxado de cada mola. Executem o programa para verificar que, com essa escolha, a hipótese de que as esferas deslocam-se unicamente na vertical não é bem satisfeita. (Observem o rastro deixado por cada esfera ao se mover.) Aumentem o valor do parâmetro d sucessivamente para 5 e 10, e observem como o deslocamento das esferas torna-se mais próximo da vertical.

Com as escolhas $d = 10$ e $d_0 = 0.5$ (em unidades do SI), procurem estimar a magnitude F_T da tensão externa aplicada na corda e a velocidade de propagação do pulso. Para essa última tarefa, notem que o programa imprime na shell o valor do tempo à medida que a simulação progride.

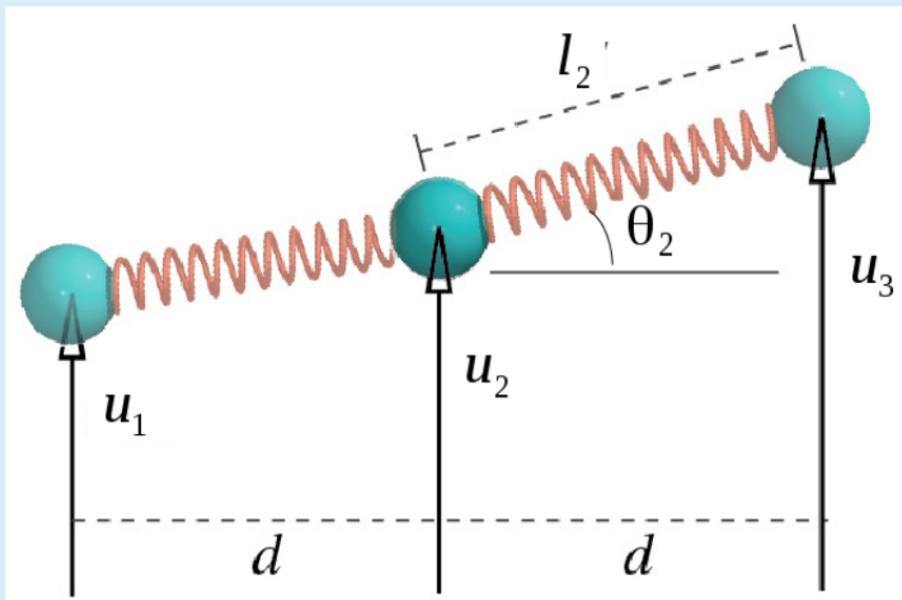
O valor de F_T é N.

- A velocidade de propagação é da ordem de 1 m/s.
- A velocidade de propagação é da ordem de 10 m/s.
- A velocidade de propagação é da ordem de 0,01 m/s.
- A velocidade de propagação é da ordem de 0,1 m/s.

Anotem esses resultados para a magnitude da tensão e a velocidade, que serão utilizados no fechamento.

Questão 2
 Incompleto
 Vale 1,00 ponto(s).
 Marcar questão
 Editar questão

Supondo que o deslocamento das esferas na "corda" ocorra somente na vertical, vamos utilizar a figura abaixo para verificar as demais aproximações que utilizamos no tratamento apresentado nos slides. Lá temos uma expressão para a força resultante sobre cada esfera como a soma das forças exercidas por suas esferas vizinhas. Como essas forças envolvem expressões equivalentes, vamos aqui nos concentrar apenas na força exercida pela esfera à direita.



Se denotamos por d_0 o comprimento relaxado das molas, qual das expressões abaixo indica a expressão analítica **exata** para a magnitude $F_{2,3}$ da força exercida pela esfera 3 (à direita) sobre a esfera 2 (central)?

- $F_{2,3} = k_m \sqrt{d^2 + (u_3 - u_2)^2}$
- $F_{2,3} = k_m d_0$
- $F_{2,3} = k_m \left(\sqrt{d^2 + (u_3 - u_2)^2} - d_0 \right)$
- $F_{2,3} = k_m (|u_3 - u_2| - d_0)$

No que se segue, utilizem sempre $d = 10$ m e $d_0 = 0.5$ m.

1. Vamos primeiro considerar uma situação em que $u_2 = 1.00$ m e $u_3 = 8.00$ m. Qual é, em radianos e com dois algarismos significativos, o ângulo θ_2 entre a horizontal e o eixo da mola que liga as esferas 2 e 3?

2. Nessa situação, qual é, com três casas decimais, a razão entre a aproximação $k_m (d - d_0)$ e o valor exato de $F_{2,3}$?

3. No tratamento apresentado nos slides, fizemos a aproximação de que a componente vertical da força exercida pela esfera 3 sobre a esfera 2 é $k_m (d - d_0) (u_3 - u_2) / d$. Qual é, com duas casas decimais, a razão entre essa estimativa e o valor exato $F_{2,3} \sin \theta_2$?

Vamos supor agora que $u_2 = 1.00$ m e $u_3 = 1.70$ m. Repitam os cálculos acima, indicando os novos valores abaixo.

1. Ângulo θ_2 : (em radianos e com três algarismos significativos).

2. Razão entre a aproximação $k_m (d - d_0)$ e o valor exato de $F_{2,3}$: (três casas decimais).

3. Razão entre $k_m (d - d_0) (u_3 - u_2) / d$ e o valor exato $F_{2,3} \sin \theta_2$: (três casas decimais).

Verificar

Questão 3

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

 Marcar
questão

 Editar
questão

Com base nos resultados anteriores, assinalem abaixo as condições necessárias para a validade das aproximações utilizadas na estimativa analítica das forças entre as esferas na "corda".

Escolha uma ou mais:

- As diferenças entre os desvios verticais de esferas vizinhas devem ser pequenas em comparação à distância entre as esferas.
- As diferenças entre os desvios verticais de esferas vizinhas devem ser grandes em comparação à distância entre as esferas.
- A corda deve estar fortemente tensionada.
- A corda deve estar fracamente tensionada.
- As diferenças entre os desvios verticais de esferas vizinhas devem ser próximas à distância entre as esferas.

Verificar