

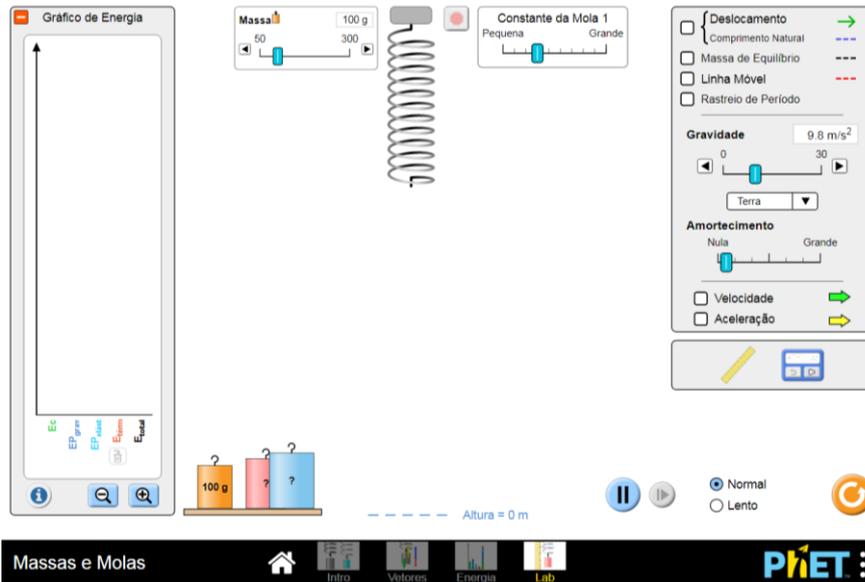
## Parte I – Sistema Massa - Mola

1. Abra a simulação Massas e Molas PhET:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/masses-and-springs](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/masses-and-springs)

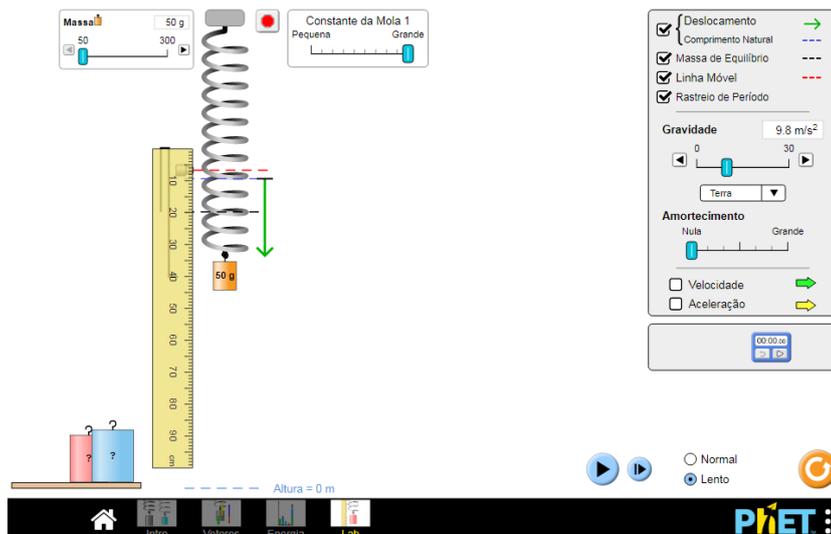
Selecione LAB.

Explore o simulador, testando todos seus acessórios e variando todos os parâmetros que podem ser variados.



2. Desabilite o Gráfico de Energia (Basta clicar sobre o sinal – em vermelho), em Massa, selecione 50g e amortecimento mínimo, no menu à direita, marque Deslocamento, Linha móvel, e colocando o mouse sobre a régua segure o mouse e arraste a régua para o lado da mola. Faça o mesmo para trazer o cronômetro para o experimento

3. Pendure a massa de 50 g na mola e ajuste a posição do traçador de linha móvel 20 cm abaixo da linha de equilíbrio. Esta será a posição inicial da massa de 50 g.



4. Inicie a simulação clicando no botão Pause/Play. Usando o cronômetro embutido, determine o tempo que a massa de 50 g leva para fazer 10 oscilações completas. Faça duas tentativas.

## Frequência e constante de mola

- a) Explore o simulador para averiguar se a frequência de oscilação depende da constante da mola. Ela varia? Caso afirmativo, como?

Obs:

Neste você pode manter a massa da simulação anterior e variar a constante da mola.

Não é necessário realizar medidas, você pode apenas fazer observações qualitativas.

- b) Idem para a massa.

## Parte II RESSONÂNCIA

- Abra o PhET Simulation - Resonance

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/resonance](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/resonance)

	<p>Funções:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 – Liga/Desliga o motor de frequência</li><li>2 – Aumenta/Diminui a frequência</li><li>3 - Aumenta/Diminui a amplitude</li><li>4 – Inclui a régua na tela</li><li>5 – Alterna Gravidade: Liga/Desliga</li><li>6- Aumenta/Diminui a Constante da Mola</li><li>7 - Aumenta/Diminui a Massa</li><li>8 - Aumenta/Diminui o número de ressonador/mola</li><li>9 - Aumenta/Diminui a Constante de Amortecimento</li><li>10 – Reiniciar Tudo – Reinicia o experimento</li><li>11 – Pausar – Para o experimento</li></ol>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### I. Oscilações livres e amortecidas

Inicialmente vamos explorar o simulador com o MOTOR desligado e uma única ressonador (sistema massa-mola).

Observe a oscilação, notando que vocês podem variar a massa ( $m$ ), a constante da mola ( $k$ ) e a constante de amortecimento ( $b$ ), onde entre parêntesis uso a notação das variáveis usadas na apostila. Note que o simulador fornece automaticamente o valor da frequência de  $\nu_0 = \omega_0/2\pi$  [Hz].

- i. Inicie o simulador sem alterar suas variáveis ( $m$ ,  $k$  e  $b$ ) e observe a oscilação do sistema massa-mola. Como vc classifica esta oscilação amortecida: subamortecido, criticamente amortecido ou amortecimento supercrítico (ou superamortecido)?

- ii. Usando os valores de  $m$ ,  $k$  e  $b$ ; calcule  $\omega_0$  e  $\omega_1$ . Suas observações estão de acordo com estes valores.
- iii. Mantendo os mesmos  $m$  e  $k$ , aumente o valor de  $b$  e repita os itens a) e b)
- iv. Calcule o valor de  $b$  correspondente a situação de amortecimento crítico ( $b_c$ ). Observe o que ocorre na simulação usando este valor. Varie  $b$ , entre valores próximos a  $b_c$  (menores e maiores) e observe o comportamento da oscilação. Está de acordo com o comportamento previsto teoricamente?

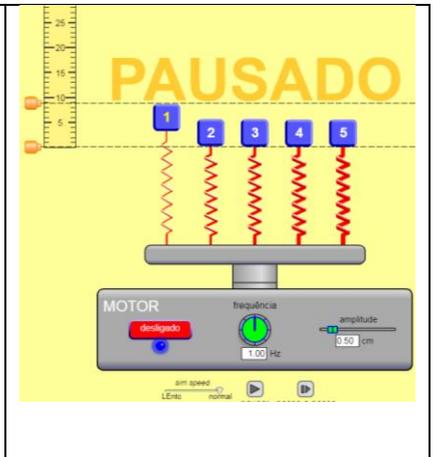
Obs: se necessário vc pode alterar  $m$  ou  $k$  para conseguir chegar a condição de amortecimento crítico.

## II. Oscilações forçadas

- i. Ajuste o simulador para 5 massas-mola (vide Figura ao lado). Ligue o motor (inicialmente com a frequência de 1.0 Hz) e observe qual dos osciladores oscila com maior amplitude.

obs: se quiser use a linha horizontal da régua para observar a amplitude com precisão, mas é solicitado realizar medidas quantitativas.

- ii. Aumente a frequência do motor para  $\sim 1,5$  Hz e observe o que ocorre. Alguma coisa se altera?



- iii. Continue aumentando a frequência do motor. Como vocês podem explicar o comportamento observado?
- iv. Reinicie o simulador com 1 único oscilador e  $m = 2.53$  Kg,  $K = 100$  N/m,  $b = 0.2$  N.s.m<sup>-1</sup> e motor com amplitude 0,20 cm.  
 Varie a frequência do motor até encontrar a frequência em que a amplitude de oscilação é máxima.
- v. Calcule o valor da frequência de ressonância  $\Omega_r$  usando a expressão da apostila. Compare este valor com o observado no item anterior.