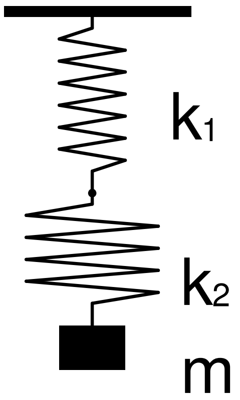
(1) Escreva nas suas notas de aula sobre força restauradora, a montagem da equação diferencial que descreve a dinâmica de uma massa pendurada numa mola, a solução geral da equação $m\ddot{x} = -kx$ e sobre a interpretação dos parâmetros que aparecem na solução. Depois resolva a seguinte questão:

(2) Numa mola de constante k= 10^3 N/m estão pendurados dois blocos de metal cada um com massa m = 1 kg. Os dois blocos estão ligados por um fio fino como mostra a figura. Inicialmente o sistema estava em repouso no equilíbrio. De repente o fio fino arrebenta e a massa inferior cai. A massa que continua pendurada vai oscilar. Calcule a freqüência e a amplitude de oscilação.

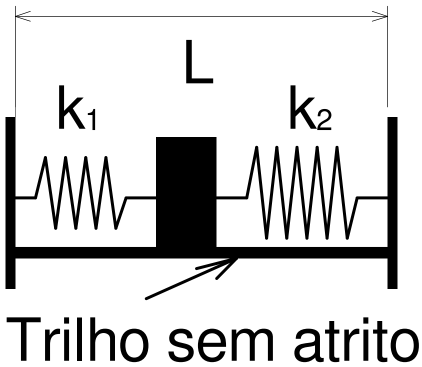
Escreva nas suas notas de aula sobre condições iniciais, amplitude, fase, constante de fase, energia do oscilador e o pêndulo. Depois resolva as seguintes questões:

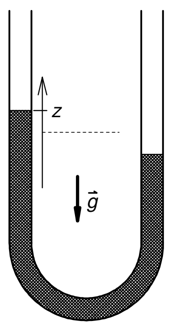
(3) Uma massa de 1 km está pendurada numa mola com constante elástica $k = 10^3$ N/m. No instante $t = 0$ a massa está 1 cm acima da posição de equilíbrio e tem velocidade v_0 = 1 cm/s (para cima). Calcule a amplitude de oscilação.



(4) Uma massa m está pendurada em duas molas de constantes elásticas k_1 e k_2 como mostra a figura. Monte a segunda lei de Newton para a massa m e determine a freqüência de oscilação. Dica: imagine uma massa $\hat{m} \approx 0$ entre as duas molas.

(5) A figura abaixo mostra uma massa m imprensada entre duas molas de constantes k_1 e k_2 e comprimentos naturais l_1 e l_2 entre duas paredes de distância L. Monte a segunda lei de Newton e determine a freqüência de oscilação.





(6) Um tubo em forma de U contem um líquido que pode ser descrito aproximadamente como um fluido ideal (sem viscosidade e incompressível). Num estado de equilíbrio as duas superfícies livres do líquido estariam na mesma altura, que vamos usar como ponto zero de uma coordenada vertical z. Por conservação de massa, a altura da superfície livre da direita está necessariamente na altura $-z$ se a superfície da esquerda estiver na altura z. Calcule a energia potencial do sistema para uma configuração genérica z. Calcule a freqüência (ou a freqüência angular) com a qual o líquido pode oscilar no tubo.

(7) Esboce o gráfico da posição em função do tempo com as condições iniciais x(0)=0 e v(0)>0 para um copo cujos movimentos são descritos pela equação

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - \rho\frac{dx}{dt} \qquad \text{com} \qquad 0 < \rho/2m < \sqrt{k/m}$$

(8) (a) Considere um oscilador muito fracamente amortecido tal que a freqüência angular $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2/4}$ possa ser considerada praticamente igual à freqüência angular ω_0. Suponha que em $t = 0$ o oscilador estava parado na posição de equilíbrio. Neste momento vamos perturbar este sistema com uma força externa que oscila também com a freqüência angular $\omega_{ext} = \omega_0$. Calcule a função horária $x(t)$ para este oscilador e faça um gráfico desta função.

(b) Agora suponha que atuem, no mesmo oscilador da questão (8a), duas forças externas:
$\ddot{x} + \gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = \frac{F_A}{m}\cos(\omega_0 t) + \frac{F_B}{m}\cos(\omega_B t)$. Escreva a solução estacionária para este caso. Supondo que F_A e F_B sejam da mesma ordem de grandeza e que $|\omega_B - \omega_0| >> \gamma$ caracterize o resultado fisicamente discutindo as ordens de grandeza dos termos. Este exemplo pode ser considerado um modelo que explica o funcionamento de um radio AM. No radio (receptor) existe um oscilador (elétrico) que recebe uma força externa pela antena. Esta força é a soma de oscilações correspondentes às estações que emitem simultaneamente, cada uma com a sua freqüência. O fenômeno da ressonância funciona, neste caso, como um filtro que escolhe uma estação de radio. No caso do radio as amplitudes F_A e F_B seriam lentamente variáveis, $F_A = F_A(t)$ e expressariam a informação que seria transmitida (musica ou fala).

(c) Se $F_A = F_A(t)$ for suficientemente lentamente variável a amplitude de oscilação do oscilador do receptor vai oscilar com uma amplitude $A(t)$, também lentamente variável, que acompanha a função $F_A = F_A(t)$. Qual condição deve existir sobre γ e a escala de tempo τ da função $F_A = F_A(t)$ para que $A(t)$ possa acompanhar o sinal $F_A = F_A(t)$? Que limitação resulta para a proximidade de freqüências de diferentes estações de rádio?