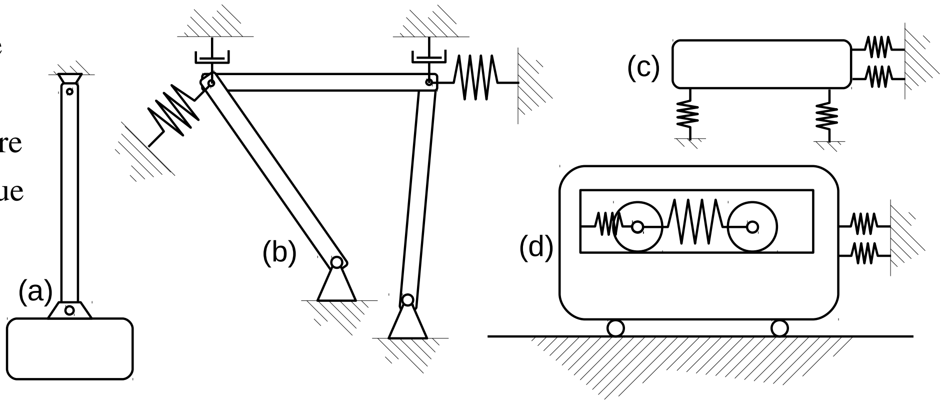
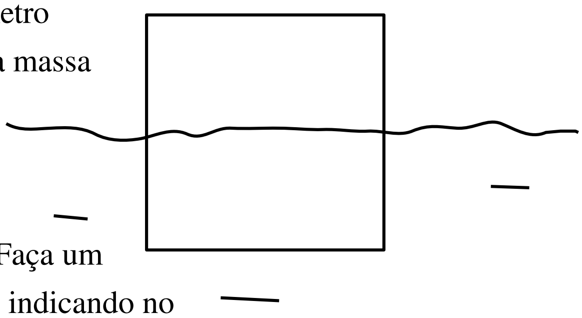
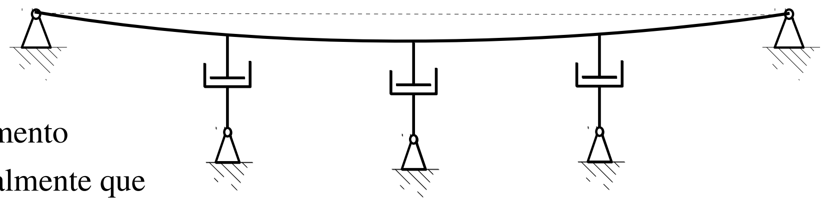
1) Quantos graus de liberdade tem cada um dos sistemas mostrados na figura? Considere apenas movimentos planos, que todos os corpos são rígidos e que os cilindros giram ser deslizar sobre as superfícies planas.
(*Valor 2.0 pontos*)



2) Suponha que o bloco mostrado seja cilíndrico, com diâmetro igual a 40 mm e altura igual a 20 mm, feito de plástico, cuja massa específica, é 650 kg/m³, esteja flutuando em água. Foi determinado experimentalmente que o coeficiente de amortecimento do sistema é $4{,}50\times10^{-2}$ Ns/m. Suponha que o cilindro seja empurrado para baixo 1 mm e liberado. Faça um gráfico do deslocamento ao longo do tempo para o cilindro, indicando no gráfico os valores importantes que caracterizam o movimento. Considere que o movimento só é possível na direção vertical. Lembre-se do princípio de Arquimedes que diz que o empuxo é igual ao peso do volume de líquido deslocado. (*Valor 4.0 pontos*.)



3) A figura abaixo mostra uma barra flexível, com mass total igual a 2 kg e comprimento igual a 1,6 m, em um instante do seu movimento oscilatório. Foi medido experimentalmente que para uma caraga concentrada no centro da viga igual a 30 N, o centro da viga desloca-se de 3 mm. Os amortecedores estão dispostos a cada 1/4 do comprimento da barra, e tem coeficiente de amortecimento igual a 85 Ns/m. Suponha que o deslocamento lateral da barra é senoidal. Determine a frequência com a qual o sistema mostrado vibra, após uma excitação inicial. Use o deslocamento lateral do centro da barra como coordenada generalizada para descrever o sistema.
(*Valor 4.0 pontos*)



$\omega=2\pi f$ $\quad f=\frac{1}{\tau}$ $\quad T=\frac{1}{2}m\dot{x}^2,\quad T=\frac{1}{2}J_0\dot{\theta}^2,\quad U=\frac{1}{2}\kappa x^2,\quad U=\frac{1}{2}Fx$ $\quad \delta_{st}=\frac{F_0}{k}$ $\quad x(t)=A\cos(\omega_n t-\phi)$

$A=\sqrt{x_0^2+\left(\frac{\dot{x}_0}{\omega_n}\right)^2}$ $\quad \phi=\arctan\left(\frac{\dot{x}_0}{x_0\omega_n}\right)$ $\quad \omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}}$ $\quad \omega_n=\sqrt{\frac{g}{\delta_{st}}}$ $\quad \int\sin^2(ax)\,dx=\frac{x}{2}-\frac{\sin(2ax)}{4a}+C$

$$x(t)=X e^{-\zeta\omega_n t}\cos(\omega_d t-\varphi),\, X=\frac{\sqrt{x_0^2\omega_n^2+\dot{x}_0{}^2+2x_0\dot{x}_0{}^2\zeta\omega_n}}{\omega_d},\, \omega_d=\sqrt{1-\zeta^2}\,\omega_n,\, \varphi=\arctan\left(\frac{\dot{x}_0+\zeta\omega_n x_0}{x_0\omega_d}\right)$$