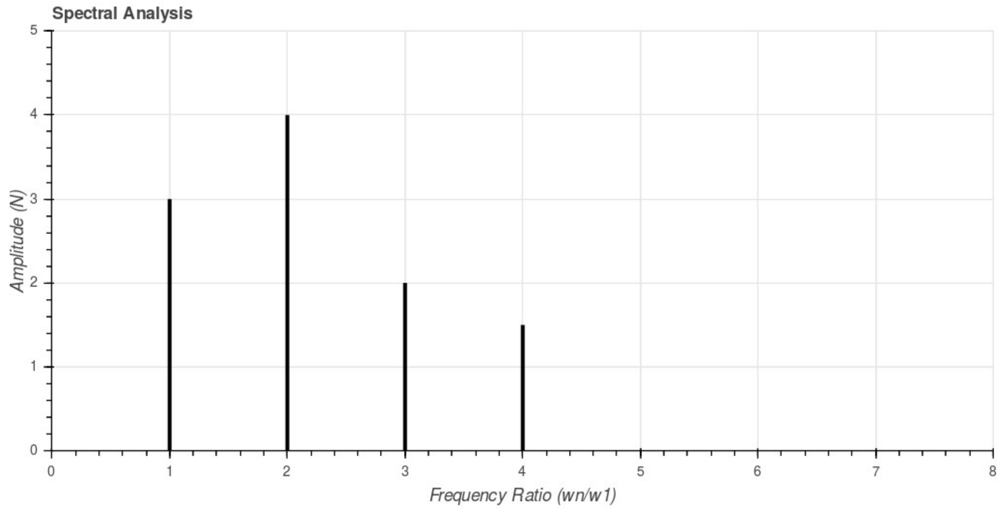
1) Faça um esquema do primeiro e segundo modos normais de uma barra engastada - livre em vibração axial, justificando sua resposta. *(Valor 2,0 pontos.)*

2) O espectro de frequências de uma força aplicada em um sistema mecânico foi analisada e é mostrado na figura abaixo. A frequência fundamental da força aplicada é 200 rad/s e o sistema ao qual esta força é aplicada tem rigidez igual a 40 KN/m e massa igual a 0.45 kg. Supondo que o amortecimento seja desprezível, qual é a resposta, isto é, o deslocamento resultante no sistema? Observação: neste tipo de problema, a fase não é importante. *(Valor 4,0 pontos.)*



3) Calcule aproximadamente a frequência natural de uma placa circular simplesmente apoiada nas bordas, supondo que o seu deslocamento transversal, quando sujeita a uma carga uniformemente distribuída, seja parabólico, isto é, $y(r)=a(R^2-r^2)$, onde r é a distância radial até um ponto arbitrário da placa, R é o raio da placa e a é uma constante arbitrária (esta fórmula não é a fórmula verdadeira para a deflexão de uma placa circular nestas condições). Suponha que a placa tenha espessura t, densidade ρ, e arbitre qualquer outro valor que seja necessário? *(Valor 4.0 pontos.)*

Fórmulas no verso!

$\omega=2\pi f$ $f=\frac{1}{\tau}$ $T=\frac{1}{2}m\dot{x}^2,\quad T=\frac{1}{2}J_0\dot{\theta}^2,\quad U=\frac{1}{2}\kappa x^2,\quad U=\frac{1}{2}F x$ $\delta_{st}=\frac{F_0}{k}$ $\sigma=E\varepsilon$ $\varepsilon=\frac{du}{dx}$ $\sigma=P/A$

$m=20\log_{10}M\ \text{dB}$ $\delta=\frac{1}{n}\ln\left(\frac{x_1}{x_{n+1}}\right),\quad \delta=\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}},\quad \delta=2\pi\zeta\ \text{para}\ \zeta\ll 1$ $x(t)=A\cos(\omega_n t)+B\sin(\omega_n t)\pm\frac{\mu N}{k}$

$\omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}},\quad \omega_n=\sqrt{\frac{k_t}{J_0}},\quad \omega_d=\sqrt{1-\zeta^2}\,\omega_n,\quad \zeta=\frac{c}{c_c},\quad c_c=2m\omega_n$ $\frac{X}{\delta_{st}}=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}$

$H(i\omega)=\frac{1}{(1-r^2)+i\,2\zeta r},\ |H(i\omega)|=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}$ $\frac{F_T}{\kappa Y}=r^2\left(\frac{1+(2\zeta r)^2}{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ $r\le \left(x_0-\frac{\mu N}{k}\right)\Big/\left(\frac{2\mu N}{k}\right)$

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

$\delta=\frac{1}{n}\ln\left(\frac{x_1}{x_{n+1}}\right),\quad \delta=\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}},\quad \delta=2\pi\zeta\ \text{para}\ \zeta\ll 1$ $\Delta W=\pi\omega c X^2$ $\Delta W=\pi h X^2$ $\beta=\frac{h}{k}$ $\delta=\pi\beta$

$T_d=\frac{X}{Y}=\left(\frac{1+(2\zeta r)^2}{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ $\frac{X}{\delta_{st}}=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}$ $\frac{Mx}{me}=r^2|H(i\omega)|,\ \varphi=\arctan\left(\frac{2\zeta r}{1-r^2}\right)$