1) Um aparelho de ar condicionado que pesa 600 kg está instalado sobre duas vigas idênticas de aço de seção retangular, que podem ser consideradas simplesmente apoiadas nas extremidades, com comprimento igual a 2,5 metros. O aparelho localiza-se exatamente no meio das vigas. O motor do aparelho opera a 300 rpm e produz um **força** de desbalanceamento rotativa igual a 40 N nesta velocidade. Suponha que a razão de amortecimento seja 10%, e despreze a massa das vigas. A deflexão no centro de uma viga biapoiada é dada por $y_{\max}=PL^3/(48\mathrm{EI})$ e o momento de inércia de uma seção retangular é $I=bh^3/12$. Por motivos construtivos, a altura de cada viga deve ser igual ao dobro de sua largura. Calcule as dimensões das vigas para que a deflexão devida ao peso próprio do aparelho seja no máximo 3 mm, e calcule a deflexão máxima, em regime permanente, que ocorre durante a operação do aparelho. Se, por um enorme azar, o aparelho fosse operado exatamente na frequência de ressonância, qual seria o valor do deslocamento? *(Valor 3 pontos)*.

2) Um instrumento sensível à vibração e de massa muito pequena deve ser colocado sobre uma base muito pesada que deve isolá-lo do deslocamento do piso. Foi constatado, através de medições in-situ, que no local de instalação do sistema existe uma vibração do piso causado por outros equipamentos cuja componente mais importante é uma harmônica de amplitude 0,1 mm e frequência 12 Hz. Deseja-se que a máxima amplitude de deslocamento do instrumento seja 0,002mm. Sem fazer qualquer cálculo, explique por que o sistema deve operar acima da frequência natural da base. Para determinação do amortecimento do sistema, foi medido o deslocamento do sistema em vibração livre e constatou-se que após 10 ciclos, a amplitude de vibração é igual a 50% da amplitude inicial. A massa total da base é de 500 kg, que é apoiada sobre molas pneumáticas. Qual deve ser a rigidez destas molas? Qual é o deslocamento devido ao peso próprio do sistema? *(Valor 4.0 pontos)*.

3) Considere um sistema oscilatório m, c, k sujeito a uma força harmônica de amplitude F_0 . Considere o sistema no regime permanente, e faça um esquema do polígono de forças que descreve o equilíbrio dinâmico do sistema para cada uma das seguintes situações: a frequência de excitação está abaixo, é igual e está acima da frequência natural do sistema. Explicite a magnitude de cada força, explique suas considerações, em particular, a magnitude e a direção de cada força, e mais qualquer coisa que você considere importante. *(Valor 3.0 pontos)*.

$$\omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}},\quad \omega_n=\sqrt{\frac{k_t}{J_0}},\quad \omega_d=\sqrt{1-\zeta^2}\,\omega_n,\quad \zeta=\frac{c}{c_c},\quad c_c=2m\omega_n$$

$$T=\frac{1}{2}m\dot{x}^2,\quad T=\frac{1}{2}J_0\dot{\theta}^2,\quad U=\frac{1}{2}\kappa x^2,\quad U=\frac{1}{2}Fx$$

$$\frac{X}{\delta_{st}}=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}\qquad \tan\phi=\frac{2\zeta r}{1-r^2}$$

$$T_d=\frac{X}{Y}=\left(\frac{1+(2\zeta r)^2}{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\delta=\frac{1}{m}\ln\left(\frac{x_1}{x_{m+1}}\right),\quad \delta=\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}},\quad \delta=2\pi\zeta \text{ para } \zeta\ll 1$$