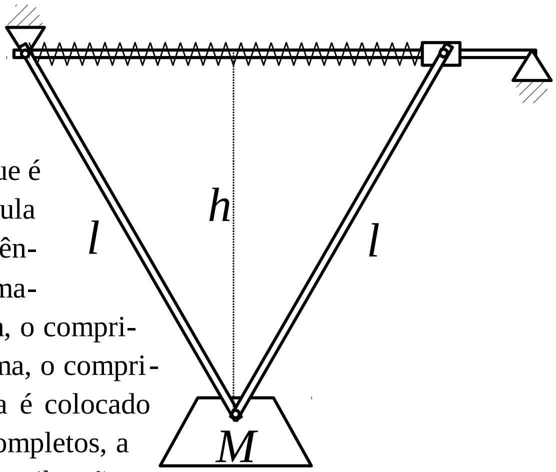
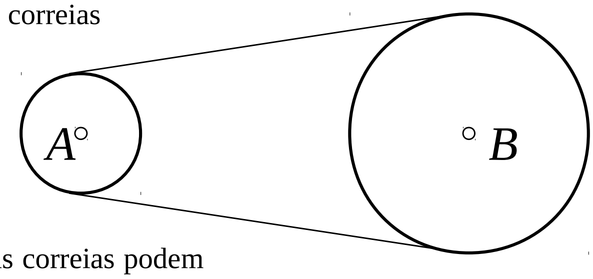
Atenção: Não deduzam fórmulas que são dadas! Você só se esforça à toa e não demonstra nada além de que não sabe administrar seu tempo.



1) Suponha que sobre a massa M de 1,50 kg atue uma força que é a soma de duas forças harmônicas, segundo a fórmula $f(t)=100\cos 100t+10\cos 270t$ (em Newtons). Calcule a frequência natural de vibração do sistema e a resposta no regime permanente, considerando que a rigidez da mola é igual a 9,0 kN/m, o comprimento das barras é 0,50m e na posição de equilíbrio do sistema, o comprimento da mola também é igual a 0,50m. Quando o sistema é colocado para vibrar em vibração livre, mediu-se que após 50 ciclos completos, a amplitude de vibração reduz-se a 60% da amplitude inicial de vibração. Para esclarecer a figura, a barra horizontal é fixa, e a barra inclinada direita está fixada a uma luva deslizante. Considere que a massa M não pode girar, e que os deslocamentos verticais sejam pequenos. Muito provavelmente, para resolver este problema, você vai precisar relacionar o deslocamento vertical da massa com a compressão da mola. Sugiro o seguinte procedimento: percebendo que a barra inclinada não muda de comprimento, use o teorema de Pitágoras para escrever o comprimento da barra como função da nova altura e do novo comprimento horizontal (pela metade) da mola. Lembrando que as variações de comprimento são desprezíveis, expanda o quadrado, elimine os termos de ordem superior e elimine o comprimento original da barra, desta forma possivelmente você terá uma relação útil entre a compressão horizontal e o deslocamento vertical. *(V alor 3 pontos)*

2) A figura mostra uma transmissão por correias onde as correias são consideradas extensíveis. Faça as seguintes considerações: a) os diâmetros das polias são d_A e d_B, respectivamente; b) as duas polias estão montadas em árvores que, são consideradas flexíveis, com rigidez k_{tA} e k_{tB}; c) o amortecimento é desprezível; d) os momentos de inércia de massa das engrenagens são J_{0A} e J_{0B}; e) as correias podem ser entendidas como molas lineares, com rigidez k_m (no mundo real a situação é mais complicada pois as correias não tem resistência à compressão). Quantos graus de liberdade tem o sistema? Justifique sua resposta. Ignorando os possíveis movimentos de corpo rígido, quais são as frequências naturais deste sistema? Se um momento $M_A \sin\omega_A$ for aplicado à engrenagem A, e $M_B \sin\omega_B$ for aplicado à engrenagem B, com $\omega_A \neq \omega_B$, qual a resposta em regime permanente do sistema? Talvez seja útil a introdução de constantes auxiliares quando as expressões ficarem muito grandes, para evitar erros e poupar tempo. *(Valor 4 pontos)*



3) Um cabo com 2000m de comprimento, para transmissão de energia elétrica está suspenso entre duas torres de transmissão, como mostrado ao lado. Supondo que a tração no cabo seja tal que a linha tangente nos pontos de fixação do cabo faça um ângulo θ com a horizontal, como variam as três primeiras frequências naturais de vibração em função do ângulo θ? *(Valor 3 pontos)*.

(FÓRMULAS NO VERSO DA PROVA!)

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

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

$$T=\frac{1}{2}m\dot{x}^2,\quad T=\frac{1}{2}J_0\dot{\theta}^2,\quad U=\frac{1}{2}\kappa x^2,\quad U=\frac{1}{2}F x$$ $$\delta_{st}=\frac{F_0}{k}$$

$$k_t=\frac{GJ}{l}$$ $$m_{eq}\ddot{x}_{eq}+c_{eq}\dot{x}_{eq}+k_{eq}x_{eq}=F_0\cos\omega t$$ $$\frac{X}{\delta_{st}}=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}$$ $$\tan\phi=\frac{2\zeta r}{1-r^2}$$

$$Z_{rs}(i\omega)=-\omega^2 m_{rs}+i\omega c_{rs}+k_{rs}$$

$$\boldsymbol{Z}(i\omega)\boldsymbol{X}=\boldsymbol{F_0}$$

$$\boldsymbol{X}=\boldsymbol{Z}(i\omega)^{-1}\boldsymbol{F_0}$$

$$\boldsymbol{Z}(i\omega)=\begin{bmatrix} Z_{11}(i\omega) & Z_{12}(i\omega)\\ Z_{12}(i\omega) & Z_{22}(i\omega)\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a & b\\ c & d\end{bmatrix}^{-1}=\frac{1}{ad-bc}\begin{bmatrix} d & -b\\ -c & a\end{bmatrix}$$

Para um cabo suspenso

$$c=\sqrt{\frac{P}{\rho}}$$ $$\omega_n=\frac{nc\pi}{l},\quad n=1,2,\ \ldots$$ $$w(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\sin\frac{n\pi x}{l}\left[C_n\cos\frac{n\pi ct}{l}+D_n\sin\frac{n\pi ct}{l}\right]$$