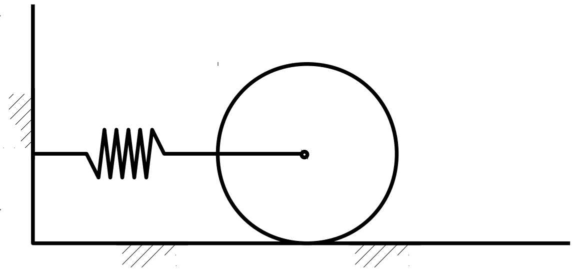
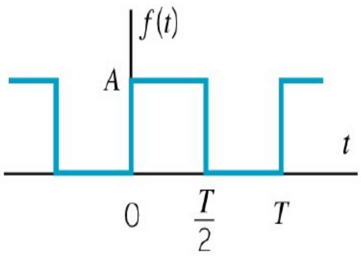
1) O cilindro mostrado tem diâmetro igual a 100mm e rola sem deslizar sobre o piso. O cilindro é feito de aço, e sua altura é 8 mm. Calcule a resposta do cilindro quando seu centro de massa esta sujeito à força pulsante periódica mostrada abaixo, cujo período T é igual a 0,30 s e a amplitude A igual a 100 N, considerando que o amortecimento seja desprezível. A massa específica do aço é igual a 7700 kg/m³, a rigidez da mola é 2,0 kN/m. *(Valor 3 pontos.)*.

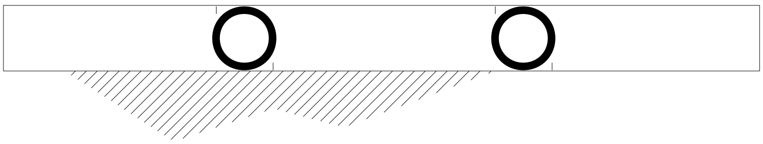




Square wave: $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T}$

$$f(t) = \frac{A}{2} + \frac{4A}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin\left(\left(2n-1\right)\omega_0 t\right)}{2n-1}$$

2) A figura ao lado mostra um tubo cheio de gás, com duas massas que o separam em três câmaras isoladas. Para pequenos deslocamentos das massas, podemos considerar que as forças causadas sobre as massas devido ao seu deslocamento da posição de equilíbrio são lineares no deslocamento. As massas são iguais a 1 kg, e podemos considerar que o gas produz uma rigidez equivalente a 480N/m em cada câmara. Qual é a resposta do sistema quando sobre a massa à esquerda age uma força harmônica de 2 cos(15 t) N e sobre a massa à direita uma força harmônica igual a 4 cos(25 t) N. *(Valor 5 pontos)*.



3) Uma motocicleta é modelada simplificadamente como um sistema com um grau de liberdade, com massa total igual a 300 kg, rigidez equivalente aproximadamente igual a 45 KN/m, e razão de amortecimento equivalente igual a 0.15. Determine o deslocamento vertical da motocicleta quando esta se move a 60 km/h sobre uma pista senoidal, com amplitude igual a 0.20 m e comprimento de onda igual a 35 m. Qual é a pior velocidade para viagem nesta pista? *(Valor 2 pontos.)*

FÓRMULAS NO VERSO!

$\omega=2\pi f$ $f=\frac{1}{\tau}$ $T=\frac{1}{2}m\dot{x}^2,\quad T=\frac{1}{2}J_0\dot{\theta}^2,\quad U=\frac{1}{2}\kappa x^2,\quad U=\frac{1}{2}F x$

$\omega_n=\sqrt{\frac{k}{m}},\quad \omega_n=\sqrt{\frac{k_t}{J_0}},\quad \omega_d=\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n,\quad \zeta=\frac{c}{c_c},\quad c_c=2m\omega_n$ $\delta_{st}=\frac{F_0}{k}$ $J_0=\frac{md^2}{8}$

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

$$x_p(t)=\frac{a_0}{2k}+\sum_{j=1}^{\infty}\frac{a_j/k}{\sqrt{(1-j^2r^2)^2+(2\zeta jr)^2}}\cos(j\omega t-\phi_j)+\sum_{j=1}^{\infty}\frac{b_j/k}{\sqrt{(1-j^2r^2)^2+(2\zeta jr)^2}}\sin(j\omega t-\phi_j)$$

$$x_p(t)=\frac{1}{m\omega_d}\int_0^t F(\tau)e^{-\zeta\omega_n(t-\tau)}\sin\omega_d(t-\tau)\;d\tau \qquad \theta_p(t)=\frac{1}{J_0\omega_d}\int_0^t M(\tau)e^{-\zeta\omega_n(t-\tau)}\sin\omega_d(t-\tau)\;d\tau$$

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

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

$$H(i\omega)=\frac{1}{(1-r^2)+i2\zeta r},|H(i\omega)|=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}} \qquad \frac{X}{\delta_{st}}=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}}$$

$$Z_{rs}(i\omega)=-\omega^2 m_{rs}+i\omega c_{rs}+k_{rs} \qquad \boldsymbol{X}=\boldsymbol{Z}(i\omega)^{-1}\boldsymbol{F_0} \qquad \boldsymbol{Z}(i\omega)=\begin{bmatrix}Z_{11}(i\omega) & Z_{12}(i\omega)\\ Z_{12}(i\omega) & Z_{22}(i\omega)\end{bmatrix} \qquad \boldsymbol{Z}(i\omega)\boldsymbol{X}=\boldsymbol{F_0}$$

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