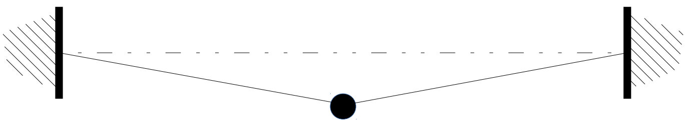
1) Um sistema massa mola está em uma configuração horizontal, apoiado sobre uma mesa com atrito de Coulomb. Tomamos como posição de referência aquela na qual a mola tem o seu comprimento original, e a massa é igual a 0,75 kg. Quando a massa é deslocada de 150 mm, ocorrem 20 semiciclos de movimento antes que a massa pare completamente, e o tempo decorrido até a parada é igual a 3,5 s. Qual é o coeficiente de atrito entre a mesa e a massa *(Valor 2.0 pontos)*.

2) Em um sistema com amortecimento histerético, verificou-se experimentalmente que a energia dissipada por ciclo é igual a 1,15 Joules, quando a amplitude de vibração de vibração é igual a 20 mm. Para este sistema, verificamos que a massa equivalente é igual a 23 kg, e que a deformação estática causada pela gravidade é igual a 4 mm, quanto tempo, a partir desta medição de amplitude, é necessário até que o sistema possa ser considerado parado? Vamos usar o critério de que o sistema para quando a amplitude de vibração é menor do que 0.1% da amplitude original. *(Valor 2.0 pontos)*



3) No esquema mostrado ao lado, na configuração onde o deslocamento lateral é máximo, o fio pode ser considerado inextensível, sendo tracionado com uma força constante igual a 750 N. A posição de equilíbrio do sistema é aquela indicada pela linha tracejada. A distância entre as paredes é igual a 1,5 m, e a massa concentrada no centro do fio é igual a 250 g. Através do decaimento do sistema em vibração livre, determina-se que a razão de amortecimento é igual a 1%. A massa do fio deve ser considerada, sendo a massa total do mesmo igual a 150 g. Suponha que as paredes sejam sujeitas a um movimento harmônico, na direção vertical, de amplitude igual a 2 mm e frequência igual a 15 Hz. Qual a amplitude de vibração da massa central? *(Valor 5.0 pontos)*.

4) Um oscilador harmônico está em ressonância, sujeito a uma força harmônica de intensidade 1,20 KN e frequência igual a 440 Hz, tendo amplitude de vibração igual a 5 mm. Qual o valor do coeficiente de amortecimento? *(Valor 1.0 pontos.)*

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

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

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

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

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

$$H(i\omega)=\frac{1}{(1-r^2)+i\,2\zeta r},\, |H(i\omega)|=\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}} \qquad \frac{F_T}{\kappa Y}=r^2\left(\frac{1+(2\zeta r)^2}{(1-r^2)^2+(2\zeta r)^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

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

$$r\le \left(x_0-\frac{\mu N}{k}\right)\Big/\left(\frac{2\mu N}{k}\right)$$