تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ارتعاشات مکانیکی

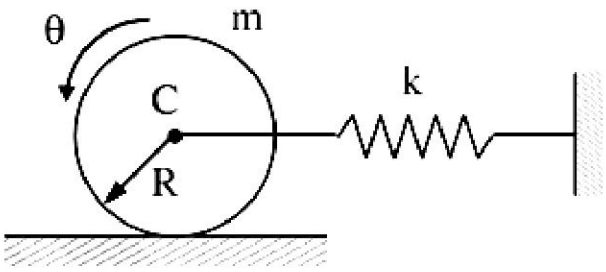
رشته تحصیلی/کد درس : - مهندسی خودرو، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن جریه، مهندسی رباتیک، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات۱۳۱۵۰۷۰

استفاده از ماشین حساب مهندسی مجاز است

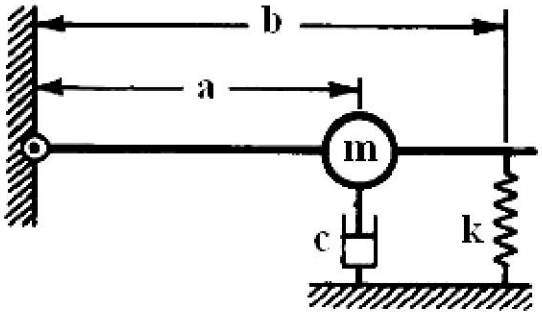
۱- الف- نمونه ای از پدیده های ارتعاشی مضر و مفید در طبیعت مثال بزنید. (هر کدام یک مثال) ۲،۸۰ نمره

ب- فرکانس طبیعی سیستم ارتعاشی به چه معناست؟ اهمیت محاسبه ی فرکانس طبیعی یک سیستم ارتعاشی در چیست؟

ج- فرکانس طبیعی ارتعاش سیستم زیر را به دست آورید. (دیسک حرکت غلتشی محض دارد. ممان اینرسی دیسک حول مرکز $\frac{1}{2}mR^2$ می باشد)



۲- معادله دیفرانسیل حرکت سیستم ارتعاشی زیر را نوشته و ضریب میرایی بحرانی آن را بیابید. ۲،۸۰ نمره



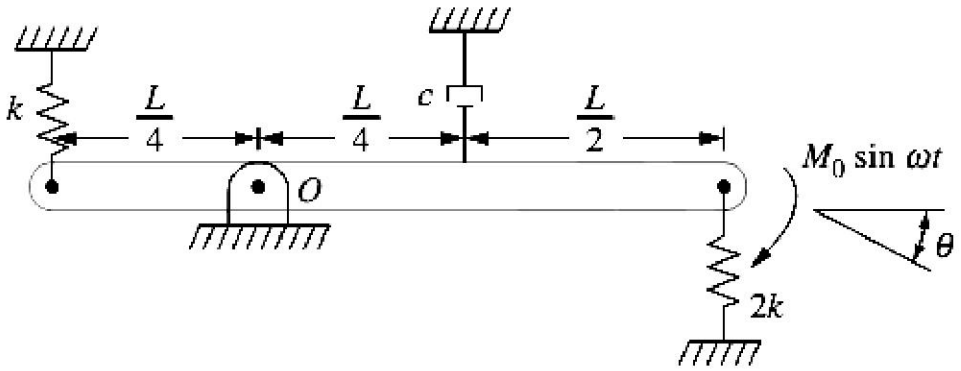
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی خودرو، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی رباتیک، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات۱۳۱۵۰۷۰

۳- همانند شکل ممان $M_0 \sin(\omega t)$ به انتهای میله به جرم $15kg$ وارد می شود. ماکزیمم مقدار M_0 را طوری تعیین کنید که دامنه حالت پایدار ارتعاش سیستم θ_P از ۱۰ درجه تجاوز نکند. ۲،۸۰ نمره

$$\omega = 500rpm, k = 7000\,{}^{N}\!/_{m}, c = 650\,{}^{N.s}\!/_{m}, L = 1.2m$$

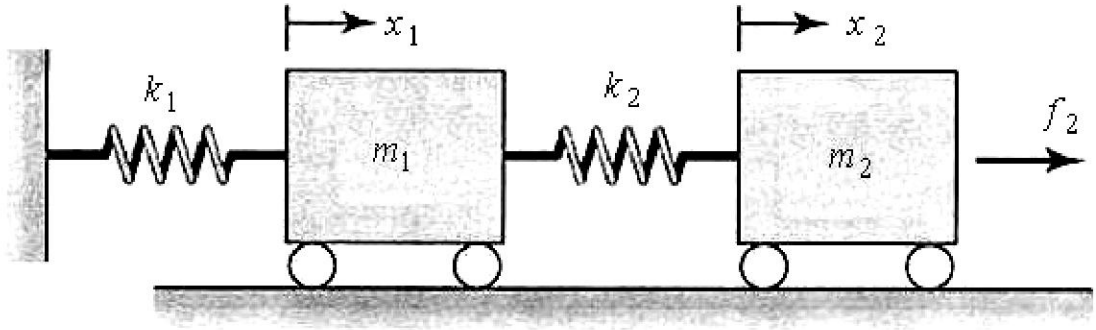


۴- سیستم ارتعاشی زیر با مشخصات $m_1 = m_2 = 1kg, k_1 = k_2 = 2\frac{N}{m}, f_2(t) = \delta(t)$ را در نظر بگیرید. ۲،۸۰ نمره

($\delta(t)$ تابع دلتای دیراک یا همان تابع ضربه می باشد).شرایط اولیه (مکان و سرعت در زمان صفر) را صفر در نظر بگیرید. برای این سیستم موارد زیر را تعیین کنید.

الف- فرکانسهای طبیعی و شکل مد نرمال

ب- معادلات حرکت را به فضای مودال ببرید و پاسخ مودال آنها را تعیین کنید. سپس پاسخ تک تک جرمها($(x_1(t), x_2(t)$ را به ازای شرایط اولیه داده شده بر حسب زمان به دست آورید.



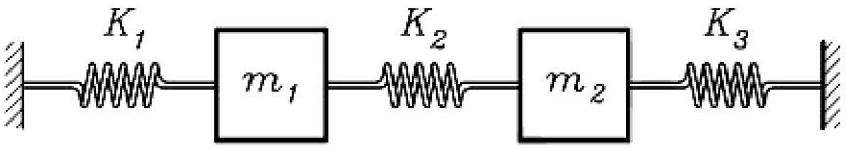
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی خودرو، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی رباتیک، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات۱۳۱۵۰۷۰

۵- با استفاده از روش لاگرانژ، معادله حرکت سیستم ارتعاشی زیر را بدست آورید. ۲،۸۰ نمره

$$K_1 = K_2 = K_3 = K, m_1 = m_2 = m$$



تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** یک ۱

عنـــوان درس : ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی/کد درس : - مهندسی خودرو، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن جریه، مهندسی رباتیک، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات۱۳۱۵۰۷۰

استفاده از ماشین حساب مهندسی مجاز است

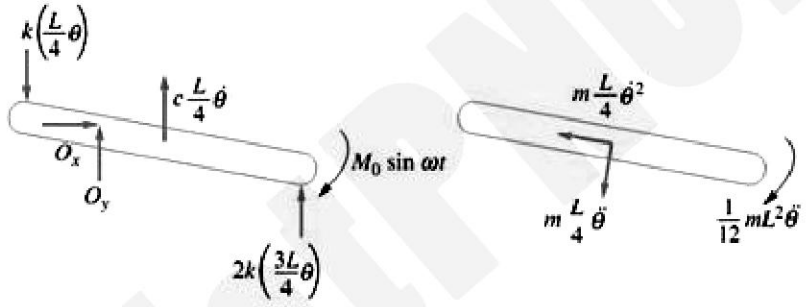
۱- ص۱ — ۲،۸۰ نمره

۲- — ۲،۸۰ نمره

$$\sum M_c = ma^2\ddot{\theta} = -kb^2\theta - ca^2\dot{\theta} \rightarrow \ddot{\theta} = \frac{c}{m}\dot{\theta} + \frac{k}{m}\left(\frac{b}{a}\right)^2\theta = 0$$

$$\omega_n = \frac{b}{a}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad \& \quad \omega_d = \sqrt{\left(\frac{b}{a}\right)^2 - \left(\frac{c}{2m}\right)^2} \qquad c_c = \frac{2b}{a}\sqrt{km}$$

۳- — ۲،۸۰ نمره



External forces — Effective forces

$$\frac{7}{48}mL^2\ddot{\theta} + \frac{1}{16}cL^2\dot{\theta} + \frac{19}{16}kL^2\theta = M_0 \sin \omega t$$

$$I_{eq} = \frac{7}{48}mL^2 = \frac{7}{48}(15\,\text{kg})(1.2\,\text{m})^2 = 3.15\,\text{kg}\cdot\text{m}^2 \qquad \ddot{\theta} + \frac{3}{7}\frac{c}{m}\dot{\theta} + \frac{57}{7}\frac{k}{m}\theta = \frac{M_0}{I_{eq}}\sin \omega t \qquad \theta(t) = \Theta \sin(\omega t - \phi)$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{57}{7}\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{(57)(7000\ \text{N/m})}{(7)(15\,\text{kg})}} = 61.6\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\zeta = \frac{3}{14}\frac{c}{m\omega_n} = \frac{(3)(650\ \text{N}\cdot\text{s/m})}{(14)(15\,\text{kg})(61.6\ \text{rad/s})} = 0.15$$

$$r = \frac{\omega}{\omega_n} = \frac{(500\ \text{rev/min})(2\pi\ \text{rad/rev})(1\ \text{min}/60\ \text{s})}{61.6\ \text{rad/s}} = 0.85$$

$$M(0.85, 0.15) = \frac{1}{\sqrt{[1 - (0.85)^2]^2 + [2(0.15)(0.85)]^2}} = 2.64$$

$$\frac{I_{eq}\omega_n^2\Theta}{M_0} = M(0.85, 0.15) = 2.64$$

Requiring $\Theta < 10°$ leads to

$$M_0 < \frac{(3.15\ \text{kg}\cdot\text{m}^2)(61.6\ \text{rad/s})^2(10°)(2\pi\ \text{rad}/360°)}{2.64} = 790.2\ \text{N}\cdot\text{m}$$

۴- ص۱ — ۲،۸۰ نمره

تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۵ | **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ | **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی خودرو، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، مهندسی مکانیک گرایش مکانیک جامدات، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی رباتیک، مهندسی هوا فضا - هوا فضا، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات۱۳۱۵۰۷۰

۵- ۲،۸۰ نمره

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial V}{\partial q_j} = Q_j^{(n)}, \qquad j = 1, 2, \ldots, n$$

$$Q_j^{(n)} = \sum_k \left(F_{xk}\frac{\partial x_k}{\partial q_j} + F_{yk}\frac{\partial y_k}{\partial q_j} + F_{zk}\frac{\partial z_k}{\partial q_j}\right)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial V}{\partial q_j} = 0, \qquad j = 1, 2, \ldots, n$$