تعداد سؤالات: تستی: **تشریحی:** ۵ **زمان آزمون (دقیقه): تستی:** **تشریحی:** ۱۲۰ **کُد سری سؤال:** یک ۱

نام درس: ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی خودرو ، مهندسی راه آهن - جریه ، مهندسی رباتیک ، مهندسی مکانیک-ساخت وتولید، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش جامدات ، مهندسی مهندسی هوا فضا ۱۳۱۵۰۷۰

بارم هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

۱-الف- حداقل متغیرهای مستقل لازم برای تعریف حرکت یک سیستم درجه ازادی سیستم می باشد.

ب- در ارتعاش ازاد تحریک خارجی روی سیستم وجود ندارد ولی در ارتعاش اجباری سیستم توسط نیرو یا گشتاور خارجی تحریک می شود.

ج- برای دور بودن از پدیده تشدید در حالت کاری سیستم (به منظور طراحی)

د-لگاریتم نسبت دو دامنه متوالی کاهش لگاریتمی است و از ان برای تخمین میرایی سیستم استفاده می شود.

ن- معادلات حاکم بر سیستم گسسته معادلات دیفرانسیل معمولی ولی معادلات حاکم بر سیستم پیوسته معادلات با مشتقات جزئی می باشد.

و- دارای nدرجه آزادی می باشد.

ه- در این حالت فرکانس ارتعاش صفر است و جسم همانند یک جسم صلب حرکت می کند.

۲-

$$x = R\theta \quad ,U = \frac{1}{2}kx^2 \quad K.E = \frac{1}{2}\left(\frac{3}{2}mR^2\right)\theta^{\cdot 2} = \frac{3}{4}mx^{\cdot 2}, \qquad \frac{d}{dt}(U + K.E) = 0 \rightarrow$$

$$\frac{3}{2}mx^{\cdot\cdot} + kx = 0 \rightarrow \omega_n = \sqrt{\frac{2k}{3m}}$$

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ | زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰ | کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی خودرو ، مهندسی راه آهن - جریه ، مهندسی رباتیک ، مهندسی مکانیک-ساخت وتولید، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش جامدات ، مهندسی مهندسی هوا فضا ۱۳۱۵۰۷۰

-۳

(i) (a) Viscous damping, (b) Coulomb damping.

(iii) (a) $\tau_d = 0.2$ sec, $f_d = 5$ Hz, $\omega_d = 31.416$ rad/sec.
(b) $\tau_n = 0.2$ sec, $f_n = 5$ Hz, $\omega_n = 31.416$ rad/sec.

(ii) (a) $\dfrac{x_i}{x_{i+1}} = e^{\zeta \omega_n \tau_d}$

$$\ln\left(\frac{x_i}{x_{i+1}}\right) = \ln 2 = 0.6931 = \frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}.sp$$

or $39.9590\,\zeta^2 = 0.4804$ or $\zeta = 0.1096$

Since $\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}$, we find

$$\omega_n = \frac{\omega_d}{\sqrt{1-\zeta^2}} = \frac{31.416}{\sqrt{0.98798}} = 31.6065 \text{ rad/sec}$$

$$k = m\,\omega_n^2 = \left(\frac{500}{9.81}\right)(31.6065)^2 = 5.0916\,(10^4) \text{ N/m}$$

$$\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{c}{2\,m\,\omega_n}$$

Hence $c = 2\,m\,\omega_n\,\zeta = 2\,(\frac{500}{9.81})\,(31.6065)\,(0.1096) = 353.1164$ N–s/m

(b) From Eq. (2.116):

$$k = m\,\omega_n^2 = \frac{500}{9.81}\,(31.416)^2 = 5.0304\,(10^4) \text{ N/m}$$

Using $N = W = 500$ N,

$$\mu = \frac{0.002\,k}{4\,W} = \frac{(0.002)\,(5.0304\,(10^4))}{4\,(500)} = 0.0503$$

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ | زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰ | کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی خودرو ، مهندسی راه آهن - جریه ، مهندسی رباتیک ، مهندسی مکانیک-ساخت وتولید، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش جامدات ، مهندسی مهندسی هوا فضا ۱۳۱۵۰۷۰

-۴

$$m\begin{bmatrix}3 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix}\{\ddot{x}_1 \quad \ddot{x}_2\}^T + k\begin{bmatrix}2 & -1\\ -1 & 4\end{bmatrix}\{x_1 \quad x_2\}^T = \{0 \quad 0\}^T$$

$$\lambda = m\frac{\omega^2}{k} \rightarrow \begin{vmatrix} 2-3\lambda & -1 \\ -1 & 4-\lambda \end{vmatrix} = 0 \rightarrow 3\lambda^2 - 14\lambda + 7 = 0$$

$$\lambda = \begin{cases} 0.570 = m\dfrac{\omega_1}{k}^2 \rightarrow \left(\dfrac{X_1}{X_2}\right)_1 = 4-\lambda_1 = 0.614 \\ 4.096 = m\dfrac{\omega_2}{k}^2 \rightarrow \left(\dfrac{X_1}{X_2}\right)_2 = 4-\lambda_2 = -1.618 \end{cases}$$

تعداد سؤالات: تستی: تشریحی: ۵ | زمان آزمون (دقیقه): تستی: تشریحی: ۱۲۰ | کُد سری سؤال: یک ۱

نام درس: ارتعاشات مکانیکی

رشته تحصیلی /کد درس : مهندسی خودرو ، مهندسی راه آهن - جریه ، مهندسی رباتیک ، مهندسی مکانیک-ساخت وتولید، مهندسی مکانیک گرایش حرارت وسیالات ، مهندسی مکانیک گرایش جامدات ، مهندسی مهندسی هوا فضا ۱۳۱۵۰۷۰

۵-به حل مثال ۶-۱۵ کتاب توجه شود.

$$\omega_1 = 1.5811, \qquad \vec{X}^{(1)} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} X_1^{(1)}$$

$$\omega_2 = 2.4495, \qquad \vec{X}^{(2)} = \begin{Bmatrix} 1 \\ -5 \end{Bmatrix} X_1^{(2)}$$

$$\vec{X}^{(1)T}[m]\vec{X}^{(1)} = 1 \Rightarrow (X_1^{(1)})^2 \{1 \quad 2\} \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} = 1$$

$$\text{or } X_1^{(1)} = 0.2673$$

$$\vec{X}^{(2)T}[m]\vec{X}^{(2)} = 1 \Rightarrow (X_1^{(2)})^2 \{1 \quad -5\} \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -5 \end{Bmatrix} = 1$$

$$\text{or } X_1^{(2)} = 0.1690$$

$$[X] = \begin{bmatrix} \vec{X}^{(1)} & \vec{X}^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2673 & 0.1690 \\ 0.5346 & -0.8450 \end{bmatrix}$$

$$\vec{x}(t) = [X]\vec{q}(t)$$

$$\ddot{\vec{q}}(t) + [\nwarrow \omega^2 \searrow]\vec{q}(t) = \vec{Q}(t) = \vec{0} \qquad q_i(t) = q_{i0}\cos\omega_i t + \frac{\dot{q}_{i0}}{\omega_i}\sin\omega_i t$$

$$q_1(t) = 2.673\cos 1.5811t$$

$$q_2(t) = 1.690\cos 2.4495t$$

$$\vec{x}(t) = \begin{bmatrix} 0.2673 & 0.1690 \\ 0.5346 & -0.8450 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 2.673\cos 1.5811t \\ 1.690\cos 2.4495t \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.7145\cos 1.5811t + 0.2856\cos 2.4495t \\ 1.4280\cos 1.5811t - 1.4280\cos 2.4495t \end{Bmatrix}$$