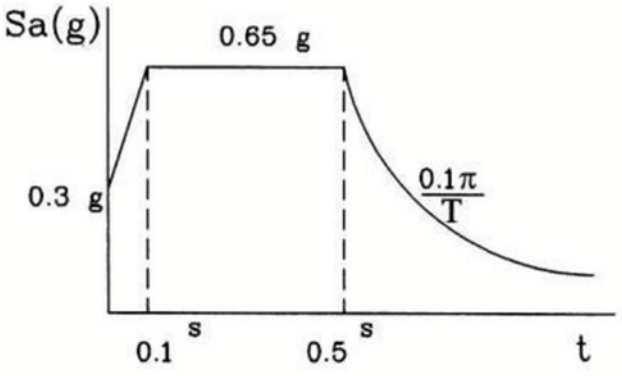
پاسخ تشریحی

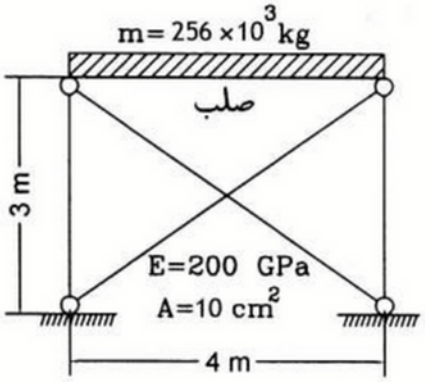
دینامیک سازه- دکتری 1400

دکتر واعظی

@Dr_Zarfam

۲۱- اگر رفتار مهاربندهای سازه نشان داده شده فقط به‌صورت کششی (کابل) باشد. در این صورت برش پایه سازه با توجه به طیف طرح نشان داده شده (برحسب kN) کدام است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$





۱) ۷۵۰ ۲) ۱۲۸۰ ✓ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۵۶۰

waezi@shahed.ac.ir

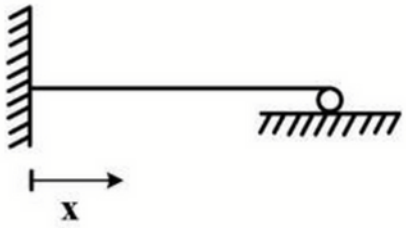
$k = \frac{EA}{\ell}\cos^2\theta = \frac{200\times10^9 \times 10\times10^{-4}}{5} \times 0.8^2 = 25.6\times10^6 \ N/m$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{25.6\times10^6}{256\times10^3}} = 10 \ rad/s \quad T = \frac{2\pi}{10} = 0.628 s$

$Spa(T = 0.628s) = \frac{0.1\times\pi}{0.628} = 0.5g$

$V = m\,Spa = mx0.5g = 256\times10^3 \times 0.5\times10 = 1280\times10^3 \ N \equiv 1280 kN$

۲۲- برای یافتن فرکانس طبیعی یک تیر یک سر گیردار و یک سر مفصل با استفاده از روش رایلی و درصورت استفاده از تابع چند جمله‌ای، حداقل درجه این چند جمله‌ای به‌گونه‌ای که تمام شرایط مرزی برقرار گردد، کدام است؟



۱) ۴ ✓

۲) ۵

۳) ۲

۴) ۳

شرایط مرزی $\varphi(0)=0$

$\varphi'(0)=0$

$\varphi(L)=0$

$\varphi''(L)=0$

$\varphi(L/2)=1$ ← جواب بدیهی میباشد!

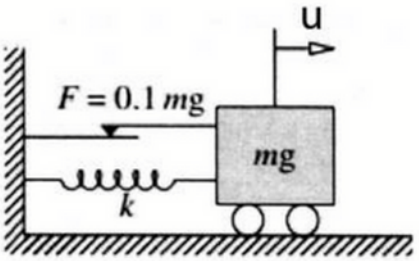
۵ معادله داریم باید ۵ مجهول داشته باشیم:

$\varphi(x)=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3+a_4x^4$

معادله درجه ۴ باید باشد

waezi@shahed.ac.ir

۲۳- در سیستم یک درجه آزادی زیر، لغزنده اصطکاکی در نیروی معادل ۱۰ درصد وزن قطعه به حرکت در می‌آید. اگر زمان تناوب طبیعی سیستم ۰/۲۵sec و جابه‌جایی اولیه آن 5cm باشد، پس از چند سیکل سیستم متوقف می‌شود؟



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۸ ✓
۴) ۱۰

$$u_f = \frac{F_f}{k} = \frac{0.1\,mg}{k} = \frac{0.1 \times mg}{m\omega^2} = \frac{0.1 \times 9.81}{(2\pi/0.25)^2} = 1.55 \times 10^{-3}\,m \equiv 0.155\,cm$$

شرط ایستادن

$$u_0 - n \times u_f \leq u_f$$

$$5 - 2n \times u_f \leq u_f \rightarrow \frac{5 - u_f}{2u_f} \leq n$$

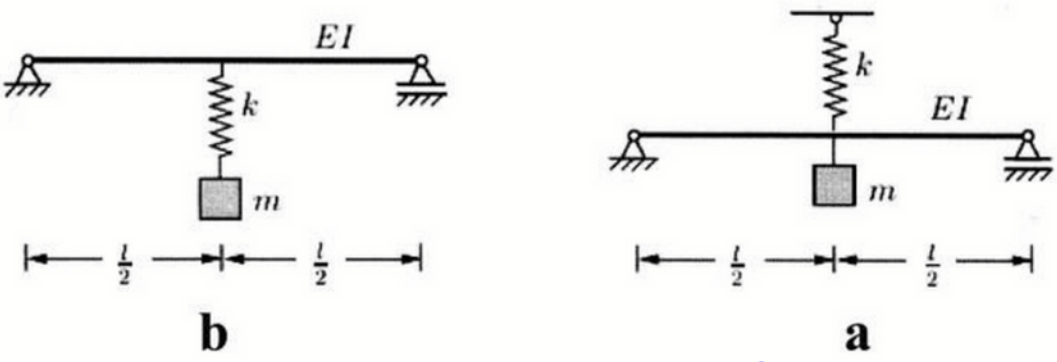
n تعداد نیم سیکل‌های لازم

$$n \geq \frac{5 - 0.155}{2 \times 0.155} \rightarrow n \geq 15.6 \rightarrow n = 16$$

تعداد سیکل‌ها 8 عدد است

waezi@shahed.ac.ir

۲۴- فرکانس طبیعی ارتعاش سیستم‌های a و b نشان داده شده در زیر، کدام است؟ (تیر بدون جرم بوده و صلبیت خمشی تیر EI است.)



$K_{eq} = \frac{48EI}{L^3} + K \rightarrow \omega_a = \sqrt{\frac{48EI/\ell^3 + k}{m}}$

$K_{eb} = \frac{48EI/\ell^3 \, k}{48EI/\ell^3 + k} \rightarrow \omega_b = \sqrt{\frac{48EI/\ell^3 \, k}{(48EI/\ell^3 + k)m}}$

۱) $\omega_b = \sqrt{\frac{k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳}}{m}}$, $\omega_a = \sqrt{\frac{k\left(\frac{۴۸EI}{\ell^۳}\right)}{m(k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳})}}$

۲) ✓ $\omega_b = \sqrt{\frac{k\left(\frac{۴۸EI}{\ell^۳}\right)}{m(k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳})}}$, $\omega_a = \sqrt{\frac{k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳}}{m}}$

۳) $\omega_a = \omega_b = \sqrt{\frac{k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳}}{m}}$

۴) $\omega_a = \omega_b = \sqrt{\frac{k(\frac{۴۸EI}{L^۳})}{m(k + \frac{۴۸EI}{\ell^۳})}}$

waezi@shahed.ac.ir

۲۵- **تفاوت کلی روش ضمنی و صریح در تحلیل گام‌به‌گام دینامیکی، کدام است؟**

۱) روش ضمنی و صریح فقط در مقدار گام زمانی با هم تفاوت دارند.

۲) روش ضمنی به جواب آینده و روش صریح به جواب گذشته بستگی دارد. ✓

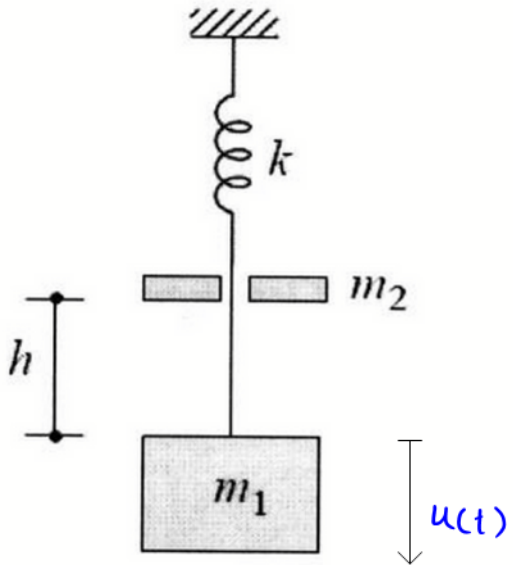
۳) روش ضمنی به‌صورت مشروط پایدار است ولی روش صریح همیشه پایدار است.

۴) روش ضمنی به جواب گذشته و روش صریح به جواب آینده بستگی دارد.

البته جواب درست تر این است که معادله روش ضمنی فقط یک مجهول دارد و آن هم پاسخ در گام زمانی فعلی است و نیازی به حل معادله پیچیده هم ندارد!

waezi@shahed.ac.ir

۲۶- جرم m_1 از فنری به سختی k آویزان بوده و در حال تعادل استاتیکی است. مطابق شکل، جرم m_2 از ارتفاع h می‌افتد و به جرم m_1 می‌چسبد. حرکت منتجه $u(t)$ که از موقعیت تعادل استاتیکی جرم m_1 و فنر k اندازه‌گیری می‌شود، کدام است؟ ($m_1 = 3m_2$ در نظر بگیرید.)



۱) $\frac{m_2 g}{k}(1-\cos\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}t)$

۲) $\frac{m_2 g}{k}(1-\cos\sqrt{\frac{k}{m_2}}t)+\sqrt{\frac{gh\,m_2}{k}}\sin\sqrt{\frac{k}{m_2}}t$

۳) ✓ $\frac{m_2 g}{k}(1-\cos\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}t)+\sqrt{\frac{gh\,m_2}{2k}}\sin\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}t$

۴) $\frac{m_2 g}{k}(1-\cos\sqrt{\frac{k}{m_2}}t)$

$(m_1+m_2)\ddot{u} + ku = m_2 g$

$\rightarrow 4m_2\ddot{u} + ku = m_2 g$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{4m_2}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}$

$\begin{cases} u(0) = 0 \\ \dot{u}(0) = \frac{\sqrt{2gh}\times m_2}{m_1+m_2} = \frac{1}{4}\sqrt{2gh} \end{cases}$

$u(t) = \frac{m_2 g}{k}(1-\cos\omega t) + u_0\cos\omega t + \frac{\dot{u}_0}{\omega}\sin\omega t$

$= \frac{m_2 g}{k}(1-\cos\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}t) + 0 + \frac{\frac{1}{4}\sqrt{2gh}}{\omega}\sin(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m_2}}t)$

waezi@shahed.ac.ir

۲۷- یک سیستم یک درجه آزادی با نیروی سینوسی تحریک می‌گردد. در حالت تشدید دامنه جابه‌جایی $5cm$ اندازه‌گیری شده است. اگر فرکانس تحریک ۰/۱ فرکانس طبیعی سیستم باشد $(\omega = 0/1\omega_n)$، دامنه جابه‌جایی برابر $0/5cm$ به‌دست می‌آید. با این وضعیت نسبت میرایی سیستم حدوداً چقدر است؟

۱) ۰/۰۳ ۲) ۰/۰۱ ۳) ۰/۰۹ ۴) ۰/۰۵ ✓

$$\frac{P_0}{k}\frac{1}{2\xi} = 5cm$$

$$\frac{P_0}{k}\frac{1}{\sqrt{(1-0.1^2)^2+(2\xi\times 0.1)^2}} = 0.5cm$$

$$10 = \frac{\sqrt{0.98+0.04\xi^2}}{2\xi}$$

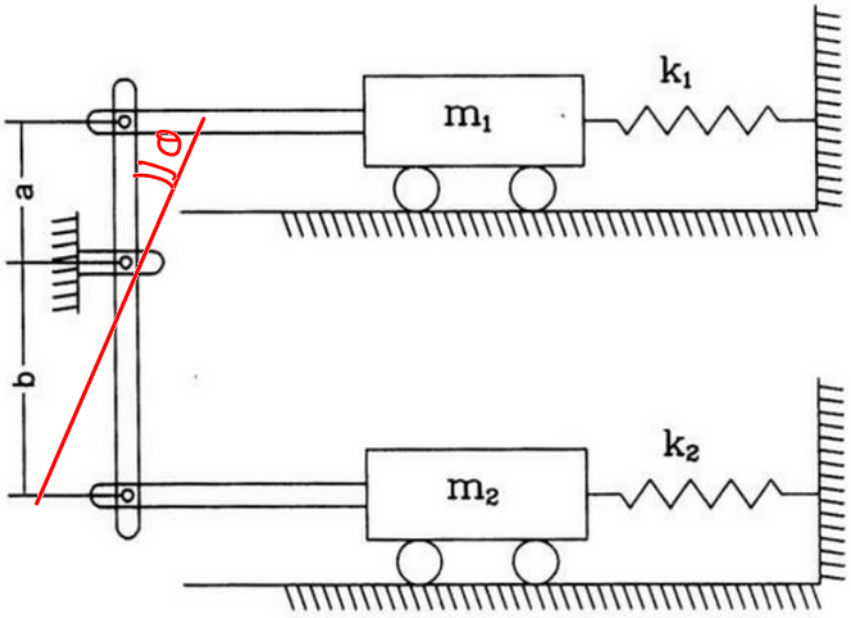
$$(20\xi)^2 = 0.98 + 0.04\xi^2$$

$$400\xi^2 \simeq 0.98 \rightarrow \xi \simeq 0.05$$

می‌دانیم این عدد را هم برابر خود $\frac{P_0}{k}$ گرفتیم

waezi@shahed.ac.ir

۲۸- زمان تناوب سیستم دینامیکی زیر کدام است؟ (سیستم بدون اصطکاک و میله‌ها صلب و بدون جرم هستند.)



۱) $2\pi\sqrt{\dfrac{m_1+\frac{b}{a}m_2}{k_1+\frac{b}{a}k_2}}$

۲) $2\pi\sqrt{\dfrac{m_1+\frac{a}{b}m_2}{k_1+\frac{a}{b}k_2}}$

۳) $2\pi\sqrt{\dfrac{m_1+m_2}{k_1+k_2}}$

۴) $2\pi\sqrt{\dfrac{m_1-\frac{b}{a}m_2}{k_1-\frac{b}{a}k_2}}$

$$k^* = k_1 \times a^2 + k_2 \times b^2$$

$$m^* = m_1 \times a^2 + m_2 \times b^2$$

$$\omega = 2\pi\sqrt{m^*/k} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 a^2 + m_2 b^2}{k_1 a^2 + k_2 b^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + (\frac{b}{a})^2 m_2}{k_1 + (\frac{b}{a})^2 k_2}}$$

هیچکدام از جواب‌ها درست نیست!

waezi@shahed.ac.ir

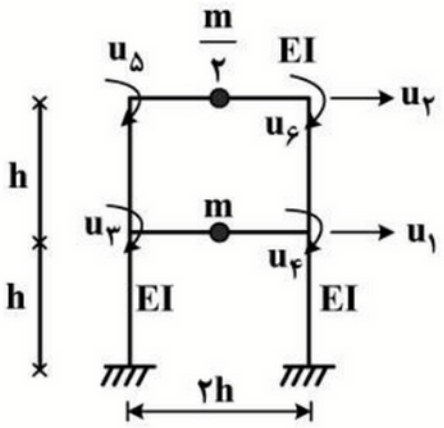
۲۹- در قاب دو طبقهٔ شکل زیر صلبیت خمشی کلیه تیرها و ستون‌ها برابر EI است. ضریب تأثیر سختی k_{15} (برحسب $\frac{EI}{h^2}$) کدام است؟ (اعضا فاقد تغییر شکل محوری هستند.)

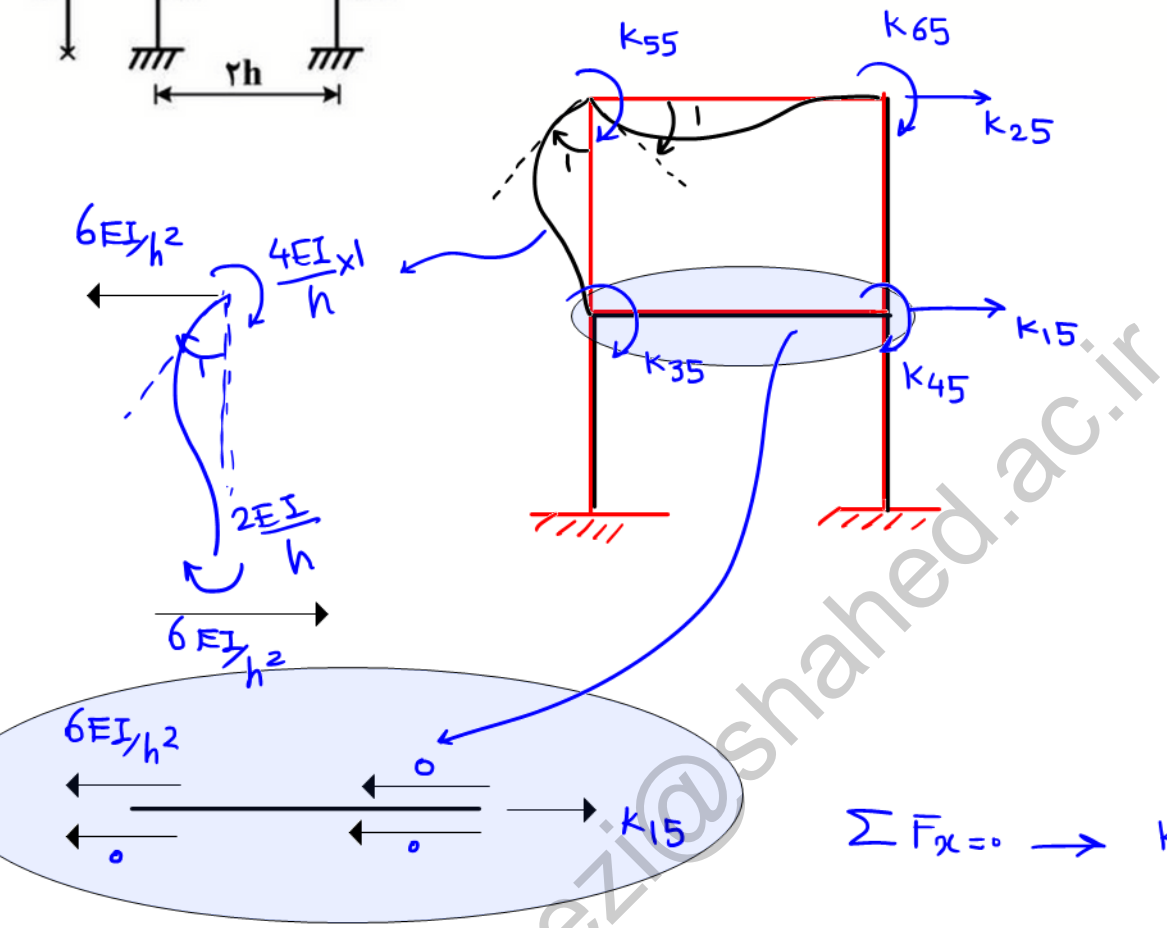
۱) ۱۲

۲) ۰

۳) ۶ ✓

۴) ۲۴

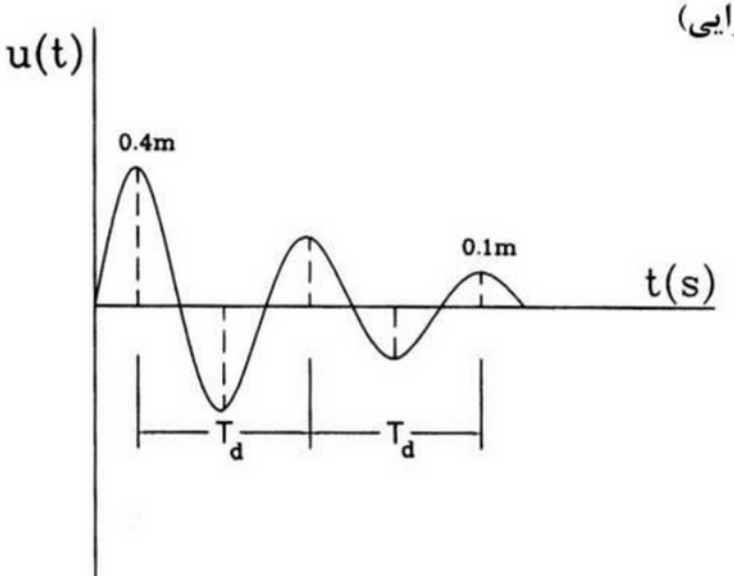




$\Sigma F_x = 0 \rightarrow k_{15} = 6EI/h^2$

waezi@shahed.ac.ir

۳۰- پاسخ یک سیستم یک درجه آزادی در حالت ارتعاش آزاد به صورت نمودار زیر است. مقدار نسبت میرایی (ξ) این سیستم تقریباً چقدر است؟ (با فرض کم بودن میرایی)



۱) $-\frac{\ln(۴)}{۴\pi}$

۲) $-\frac{\ln(۰/۲۵)}{۴\pi}$ ✓

۳) $-\frac{\ln(۰/۲۵)}{۲\pi}$

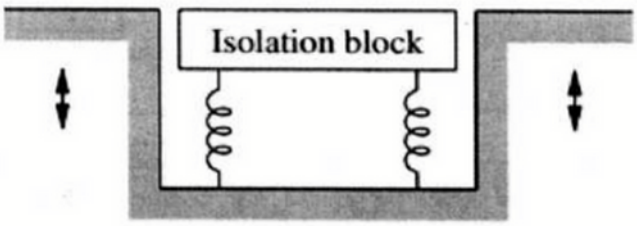
۴) $-\frac{\ln(۴)}{۲\pi}$

$m = 2$

$$\xi = \frac{\ln \frac{A_n}{A_{n+m}}}{2\pi m} = -\frac{\ln 0.25}{2\pi \times 2}$$

waezi@shahed.ac.ir

۳۱- یک بلوک مرتعش به‌عنوان جداساز لرزه‌ای در یک آزمایشگاه نصب شده است. اگر جرم بلـوک $1100kg$ باشـد و کف و اطراف آن با سرعت ۱۵۰۰ سیکل در دقیقه مرتعش شود، سختی سیستم جداسـاز برحسـب $\frac{kN}{m}$ چقـدر باشد تا حرکت بلوک جداساز ۱۰ درصد حرکت ارتعاشی کف باشد؟ (سیستم بدون میرایی می‌باشد.)



۱) $60\pi^2$

۲) $100\pi^2$

۳) $180\pi^2$

۴) $250\pi^2$ ✓

$$\frac{u^t}{u_{g_0}} = 0.1 = T.R. = \frac{1}{|1-\beta^2|} \rightarrow 1-\beta^2 = 10 \rightarrow \beta^2 = -9 \text{ غ ق ق}$$

$$\overset{\text{ق}}{1-\beta^2} = -10 \rightarrow \beta^2 = 11$$

$$\bar{\omega}^2/\omega^2 = 11 \rightarrow \omega^2 = (1500 \times 2\pi/60)^2/11 \ (rad/s)^2$$

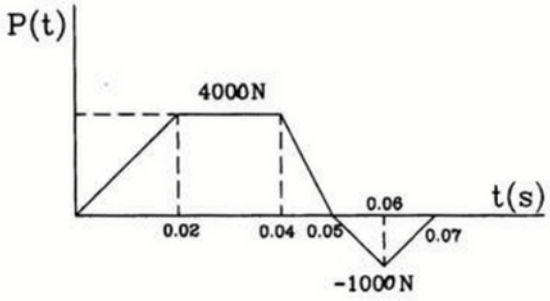
$$K = m\omega^2 = 1100 \times (1500 \times 2\pi/60)^2/11 = 2500\pi^2 \times 100 \ N/m$$

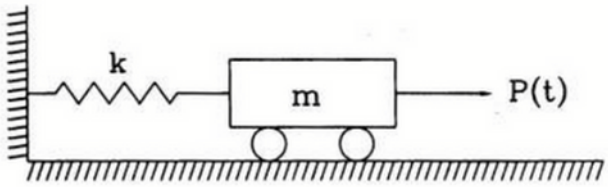
$$\equiv 250\pi^2 \ kN/m$$

waezi@shahed.ac.ir

۳۲- بار $P(t)$ مطابق با نمودار زیر به سیستم نمایش داده شده اعمال شده است. حداکثر مقدار جابه‌جایی سیستم تحت این تحریک برحسب سانتی‌متر حدوداً چقدر است؟ $(k = 80\frac{kN}{m} \ , \ m = 200Kg)$

۱) ۲/۳۲
۲) ۳/۲۵ ✓
۳) ۵
۴) ۶/۵





$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{\frac{80\times10^3}{200}} = 20\ rad/s \longrightarrow T = 0.314 \ sec$

$t_0 = 0.07 < T/4 = 0.078s \longrightarrow$ می‌توان از روش تقریبی ضربه حل کرد

طول مدت بارگذاری

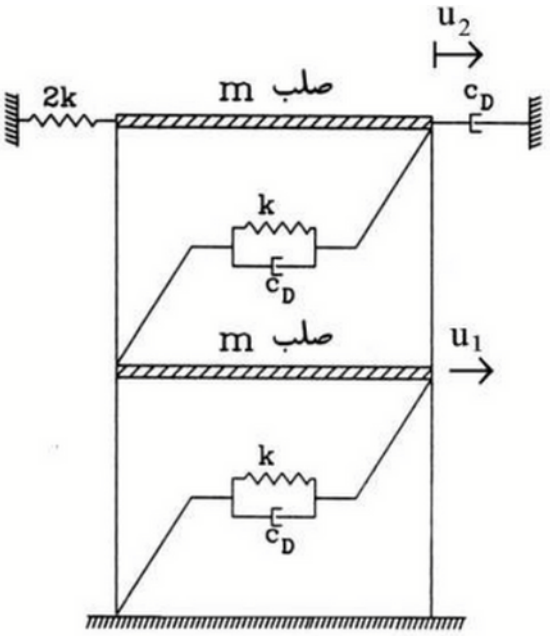
$V = \frac{\int_0^{t_0} p\,d\tau}{m} = \frac{(0.05+0.02)/2 \times 4000 + 0.02 \times (-1000) \times \frac{1}{2}}{200} = 0.65\ m/s$

$u(t) = \cancel{u_0}\cos\omega t + \frac{\dot{u}_0}{\omega}\sin\omega t \qquad u_{max} = \frac{\dot{u}_0}{\omega} = \frac{0.65}{20} = 0.0325\ m$

$\equiv 3.25\ cm$

waezi@shahed.ac.ir

۳۳- ماتریس سختی و میرایی سازه زیر کدام است؟



۱) ✓ $\begin{bmatrix} ۲C_D & -C_D \\ -C_D & ۲C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ۲k & -k \\ -k & ۳k \end{bmatrix}$

۲) $\begin{bmatrix} ۲C_D & -۲C_D \\ -۲C_D & ۲C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ۲k & -۲k \\ -۲k & ۲k \end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix} ۲C_D & -C_D \\ -C_D & ۳C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ۲k & -k \\ -k & ۳k \end{bmatrix}$

۴) $\begin{bmatrix} ۲C_D & -۲C_D \\ -۲C_D & ۲C_D \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ۲k & -۲k \\ -۲k & ۳k \end{bmatrix}$

با استفاده از روش سختی

$$[K] = \begin{bmatrix} 2k & -k \\ -k & 3k \end{bmatrix}$$

$$[C] = \begin{bmatrix} 2c_D & -c_D \\ -c_D & 2c_D \end{bmatrix}$$

waezi@shahed.ac.ir