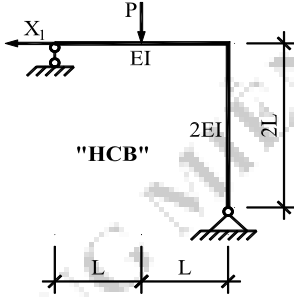
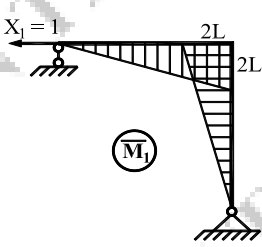
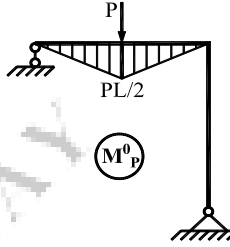
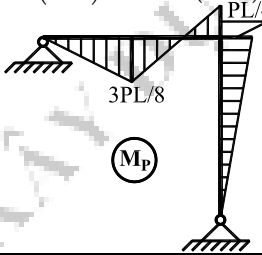
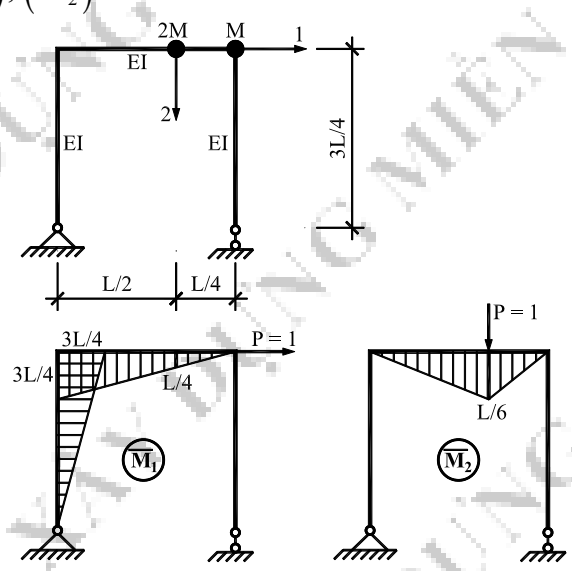


Câu	Phần	Nội dung	Điểm
1		Tần số dao động riêng Đặt lực P tại vị trí khối lượng M theo phương đứng để xác định phản lực X và vẽ biểu đồ mômen (M_p)  (Hệ cơ bản 0,25đ; biểu đồ mômen ($\overline{M}_1$) 0,50đ; biểu đồ mômen (M_p^0) 0,50đ)  	4,00
		Phương trình chính tắc: $\delta_{11}^* \times X_1 + \Delta_{1P}^* = 0$	0,25
		$\delta_{11}^* = \frac{2L \times 2L \times 2L}{3EI} + \frac{2L \times 2L \times 2L}{3 \times 2EI} = \frac{4L^3}{EI}$	0,25
		$\Delta_{1P}^* = \frac{L \times L \times PL}{2 \times 3EI} + \frac{L \times PL}{2 \times 6EI} \times (2L + 2L) = \frac{PL^3}{2EI}$	0,25
	a	$\Rightarrow X_1 = -\frac{\Delta_{1P}^*}{\delta_{11}^*} = -\frac{P}{8}$	0,25
		Vẽ biểu đồ mômen (M_p) = ($\overline{M}_1$) $\times$ X_1 + (M_p^0) 	0,50
		Xem lực P = 1 để xác định chuyển vị đơn vị. $\delta_{11} = \frac{(M_p) \times (M_p)}{EI} = \frac{3L}{8} \times \frac{3L}{8} \times \frac{L}{3EI} + \frac{L}{4} \times \frac{L}{4} \times \frac{2L}{3 \times 2EI}$ $+ \frac{L}{6EI} \left[2 \left(\frac{3L}{8} \times \frac{3L}{8} + \frac{L}{4} \times \frac{L}{4} \right) - 2 \times \frac{3L}{8} \times \frac{L}{4} \right] = \frac{5L^3}{48EI}$ (Hoặc tạo trạng thái “k” vẽ biểu đồ mômen ($\overline{M}_k$), sau đó nhân hai biểu đồ ($\overline{M}_k$) với (M_p) để tìm δ_{11})	0,50

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$\omega = \sqrt{\frac{g}{Q \times \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{g}{Q} \times \frac{48EI}{5L^3}}$	0,25
		$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{981}{40} \times \frac{48 \times 2,1 \times 10^4 \times 5500}{5 \times (220)^3}} = 50,5356 \text{ s}^{-1}$	0,50
	b	Chu kỳ dao động	0,50
		$T = \frac{2\pi}{\omega}$	0,25
		$T = \frac{2\pi}{50,5356} = 0,1243 \text{ s}$	0,25
	c	Tần số kỹ thuật	0,50
		$n = \frac{60}{T}$	0,25
		$n = \frac{60}{0,1243} = 482,7031 \text{ 1/ phút}$	0,25
Tổng điểm câu 1			5,0đ
2	a	Ma trận mềm, ma trận khối lượng	1,75
Đặt lực đơn vị $P = 1$ tại vị trí khối lượng theo phương 1 và phương 2, vẽ biểu đồ mômen $(\overline{M}_1), (\overline{M}_2)$			
$\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = 2 \times \left(\frac{3L}{4} \times \frac{3L}{4} \times \frac{3L}{4 \times 3EI} \right) = \frac{9L^3}{32EI}$			0,50
$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_2)}{EI} = \frac{L}{2 \times 6EI} \times \frac{L}{6} \left(2 \times \frac{L}{4} + \frac{3L}{4} \right) + \frac{L}{4} \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{4 \times 3EI}$ $= \frac{L^3}{48EI}$			0,25
			0,25

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$\delta_{22} = \frac{(\overline{M_2}) \times (\overline{M_2})}{EI} = \frac{L}{6} \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{2 \times 3EI} + \frac{L}{6} \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{4 \times 3EI} = \frac{L^3}{144EI}$	0,25
		Ma trận mềm: $[F] = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} = \frac{L^3}{288EI} \begin{bmatrix} 81 & 6 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}$	0,25
		Ma trận khối lượng: + Σm_i theo phương 1: $m_1 = 3M$ + Σm_i theo phương 2: $m_2 = 2M$ $[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$	0,25
	b	Tần số dao động riêng	2,25
		Phương trình tần số viết dưới dạng ma trận: $\left [F][M] - \frac{1}{\omega^2} [E] \right = 0 \quad \text{Đặt } A = [F][M] - \frac{1}{\omega^2} [E] \quad (*)$	0,25
		$\Rightarrow A = \frac{ML^3}{288EI} \begin{bmatrix} 81 & 6 \\ 6 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} - \frac{1}{\omega^2} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	0,25
		$\Leftrightarrow A = \frac{ML^3}{288EI} \times \begin{bmatrix} 243 - u & 12 \\ 18 & 4 - u \end{bmatrix} \quad \text{với } u = \frac{1}{\omega^2} \times \frac{288EI}{ML^3} \quad (**)$ $(*) \Leftrightarrow A = 0 \Leftrightarrow \begin{bmatrix} 243 - u & 12 \\ 18 & 4 - u \end{bmatrix} = 0$ Khai triển định thức thu được phương trình: $u^2 - 247u + 756 = 0$	0,50
		Giải phương trình, ta được: $u_1 = 243,9004 \quad \text{và} \quad u_2 = 3,0996$	0,25
		$(**) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{u_i} \times \frac{288EI}{ML^3}}$	0,25
		$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{u_1} \times \frac{288EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{243,9004} \times \frac{288 \times 15}{0,035}} = 22,4958 \text{ s}^{-1}$	0,25
		$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{u_2} \times \frac{288EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{3,0996} \times \frac{288 \times 15}{0,035}} = 199,5515 \text{ s}^{-1}$	0,25
		Tần số dao động riêng (sắp xếp tăng dần theo ω): $\omega = \begin{Bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 22,4958 \\ 199,5515 \end{Bmatrix} \text{ s}^{-1}$	0,25

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
	c	Ma trận dạng dao động riêng	1,00
		Xác định dạng dao động riêng: $\{\varphi_i^*\} = -[B_{11}]^{-(i)} \{B_i\}^{(i)} = -\frac{18}{4-u_i} \quad (***)$	0,25
		Chọn chuyển vị tại vị trí theo phương 1 bằng 1, nghĩa là $\varphi_{11} = 1$ và $\varphi_{12} = 1$	0,25
		Với $u_1 = 243,9004$ và $u_2 = 3,0996$ thay vào (***) $\Rightarrow \begin{cases} \varphi_{21} = 0,0750 \\ \varphi_{22} = -19,9911 \end{cases}$	0,25
		Ma trận các dạng dao động riêng: $[\varphi] = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0,0750 & -19,9911 \end{bmatrix}$	0,25
Tổng điểm câu 2			5,0đ