

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
1			5,0đ
	a	Tải trọng tĩnh tương đương	3,50
		<p>Đặt lực $P = 1$ tại vị trí khối lượng M và vẽ biểu đồ mômen (\overline{M}_1)</p>	0,25
		<p>Tính chuyển vị đơn vị.</p> $\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = \frac{1}{2EI} \times 3L \times \frac{L}{8} \times \frac{L}{8} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{2EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{8} \times \frac{L}{8} \times \frac{1}{3}$ $+ \frac{1}{2EI} \times 2L \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{2EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{29L^3}{256EI}$	0,75
		<p>Tần số dao động riêng: $\omega = \sqrt{\frac{g}{Q \times \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{g}{Q} \times \frac{256EI}{29L^3}}$</p>	0,25
		$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{981}{40} \times \frac{256 \times 2,0 \times 10^4 \times 7080}{29 \times (400)^3}} = 21,8860 \text{ s}^{-1}$	0,50
		<p>Chu kỳ dao động: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{21,8860} = 0,2871$</p>	0,25

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$\Rightarrow \frac{\theta}{T} = \frac{0,04}{0,2871} = 0,1393 < 0,25 \text{ thuộc xung tức thời}$	0,25
		Tải trọng tĩnh tương đương (phần tải trọng động): $P_{td} = \frac{1}{2} P_m \times \theta \times \omega = \frac{1}{2} \times 10 \times 0,04 \times 21,886 = 4,3772 \text{ kN}$	0,50
	b	Mômen uốn lớn nhất trong dầm	1,00
		Tải trọng lớn nhất (tải trọng động + tĩnh (trọng lượng khối lượng)): $P_{max} = P_{td} + Q_t = 4,3772 + 40 = 44,3772 \text{ kN}$	0,50
		Mômen uốn lớn nhất trong dầm: $M_{max} = P_{max} \times \frac{L}{2} = 44,3772 \times \frac{4}{2} = 88,7544 \text{ kNm} = 8875,44 \text{ kNcm}$	0,50
	c	Độ võng lớn nhất trong dầm	0,50
		Độ võng lớn nhất trong dầm (tải trọng động + tĩnh): $y_{max} = P_{max} \times \delta_{11} = P_{max} \times \frac{29L^3}{256EI}$ $= 44,3772 \times \frac{29 \times (400)^3}{256 \times 2,0 \times 10^4 \times 7080} = 2,2721 \text{ cm}$	0,50
2			5,0đ
	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 2 vẽ biểu đồ mômen $(M_1), (M_2)$	
			0,50

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = \frac{1}{EI} \times L \times L \times L + \frac{1}{EI} \times L \times L \times L \times \frac{1}{3} = \frac{4L^3}{3EI}$	0,25
		$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_2)}{EI} = -\frac{1}{EI} \times \frac{1}{2} \times L \times L \times L = -\frac{L^3}{2EI}$	0,25
		$\delta_{22} = \frac{(\overline{M}_2) \times (\overline{M}_2)}{EI} = \frac{1}{EI} \times L \times L \times L \times \frac{1}{3} = \frac{L^3}{3EI}$	0,25
		Ma trận mềm: $[F] = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} = \frac{L^3}{6EI} \begin{bmatrix} 8 & -3 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$	0,25
		Ma trận khối lượng: $\sum m_i$ theo phương 1 $\Rightarrow m_1 = M$ $\sum m_i$ theo phương 2 $\Rightarrow m_2 = 2M$ $[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$	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
		$\Rightarrow A = \frac{ML^3}{6EI} \begin{bmatrix} 8 & -3 \\ -3 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} - \frac{1}{\omega^2} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	0,25
		$\Leftrightarrow A = \frac{ML^3}{6EI} \times \begin{bmatrix} 8-u & -6 \\ -3 & 4-u \end{bmatrix} \quad \text{với } u = \frac{1}{\omega^2} \times \frac{6EI}{ML^3} \quad (**)$ $(*) \Leftrightarrow A = 0 \Leftrightarrow \begin{vmatrix} 8-u & -6 \\ -3 & 4-u \end{vmatrix} = 0$ Khai triển định thức thu được phương trình: $u^2 - 12u + 14 = 0$	0,50
		Giải phương trình, ta được: $u_1 = 6 + \sqrt{22} = 10,6904$ và $u_2 = 6 - \sqrt{22} = 1,3096$	0,25
		$(**) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{u_i} \times \frac{6EI}{ML^3}}$	0,25
		$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{u_1} \times \frac{6EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{6 + \sqrt{22}} \times \frac{6 \times 15}{0,02}} = 20,5168 \text{ s}^{-1}$	0,25
		$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{u_2} \times \frac{6EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{6 - \sqrt{22}} \times \frac{6 \times 15}{0,02}} = 58,6191 \text{ s}^{-1}$	0,25
		Tần số dao động riêng (sắp xếp tăng dần theo ω): $\omega = \begin{Bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 20,5168 \\ 58,6191 \end{Bmatrix} \text{ s}^{-1}$	0,25

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
	<i>c</i>	Ma trận dạng dao động riêng	1,00
		Xác định dạng dao động riêng: $\{\varphi_i^*\} = -[B_{11}]^{-1} \{B_1\}^{(i)} = -\frac{-3}{4-u_1}$ (***)	0,25
		Chọn chuyển vị tại vị trí khối lượng m_1 bằng 1, nghĩa là $\varphi_{11} = 1$ và $\varphi_{12} = 1$	0,25
		Với $u_1 = 6 + \sqrt{22}$ và $u_2 = 6 - \sqrt{22}$ thay vào (***) $\Rightarrow \begin{cases} \varphi_{21} = \frac{2 - \sqrt{22}}{6} = -0,4484 \\ \varphi_{22} = \frac{2 + \sqrt{22}}{6} = 1,1151 \end{cases}$	0,25
		Ma trận các dạng dao động riêng: $[\varphi] = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -0,4484 & 1,1151 \end{bmatrix}$	0,25