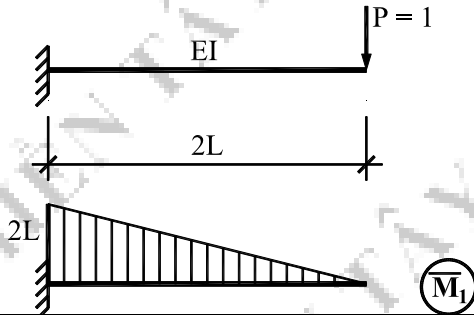


Câu	Phần	Nội dung	Thang điểm
1	a	Tải trọng tĩnh tương đương	4,00
		Đặt lực $P = 1$ tại vị trí khối lượng M và vẽ biểu đồ mômen ($\overline{M}_1$)	
			0,50
			0,50
		Tính chuyển vị đơn vị: $\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = \frac{2L \times 2L \times 2L}{3EI} = \frac{8L^3}{3EI}$	0,50
		Tần số dao động riêng: $\omega = \sqrt{\frac{g}{Q \times \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{g}{Q} \times \frac{3EI}{8L^3}}$	0,50
		$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{981}{12} \times \frac{3 \times 2 \times 10^4 \times 9840}{8 \times (120)^3}} = 59,0881 \text{ s}^{-1}$	0,50
		Hệ số động: $K_d = \frac{1}{1 - \left(\frac{\overline{\omega}}{\omega}\right)^2}$	0,50
		$\Rightarrow K_d = \frac{1}{1 - \left(\frac{14}{59,0881}\right)^2} = 1,0595$	0,50
		Tải trọng tĩnh tương đương (phần tải trọng động): $P_{td} = K_d \times P_m = 1,0595 \times 16 = 16,952 \text{ kN}$	0,50
	b	Mômen uốn lớn nhất trong dầm	0,50
		$M_{\max} = (P_{td} + Q) \times 2L = (16,952 + 12) \times 2 \times 1,2 = 69,4848 \text{ kNm}$	0,50
	c	Chuyển vị lớn nhất trong dầm	0,50
		$y_{\max} = (P_{td} + Q) \times \delta_{11} = (P_{td} + Q) \times \frac{8L^3}{3EI}$ $= (16,952 + 12) \times \frac{8 \times (120)^3}{3 \times 2 \times 10^4 \times 9840} = 0,6779 \text{ cm}$	0,50
Tổng điểm câu 1		5,0đ	

Câu	Phần	Nội dung	Thang điểm
2	a	Xác định các phương chuyển vị	2,0
		Xác định phương chuyển vị phù hợp, đặt lực đơn vị $P = 1$ tại vị trí các khối lượng và vẽ lại biểu đồ mômen $(\overline{M}_1)$, $(\overline{M}_2)$	0,75
		$\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = 2 \times \left(\frac{L}{6} \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{3} \times \frac{1}{3EI} \right) = \frac{L^3}{162EI}$	0,25
		$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_2)}{EI}$ $= -\frac{L}{6} \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{3} \times \frac{1}{3EI} - \frac{L}{3 \times 6EI} \times \left(2 \times \frac{L}{6} \times \frac{L}{6} + \frac{L}{6} \times \frac{L}{3} \right) = -\frac{L^3}{108EI}$	0,25
		$\delta_{22} = \frac{(\overline{M}_2) \times (\overline{M}_2)}{EI} = \frac{L}{3} \times \frac{L}{3} \times \frac{2L}{3} \times \frac{1}{3EI} + \frac{L}{3} \times \frac{L}{3} \times \frac{L}{3} \times \frac{1}{3EI} = \frac{L^3}{27EI}$	0,25
		Ma trận mềm: $[F] = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} = \frac{L^3}{162EI} \begin{bmatrix} 1 & -1,5 \\ -1,5 & 6 \end{bmatrix}$	0,25
		Ma trận khối lượng: $[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$	0,25
	b	Tần số dao động riêng	2,0
		Phương trình tần số viết dưới dạng ma trận:	0,25
		$\left [F][M] - \frac{1}{\omega^2} [E] \right = 0 \quad \text{Đặt} \quad A = [F][M] - \frac{1}{\omega^2} [E] \quad (*)$	
		$\Rightarrow A = \frac{ML^3}{162EI} \begin{bmatrix} 1 & -1,5 \\ -1,5 & 6 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} - \frac{1}{\omega^2} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	0,25
		$\Leftrightarrow A = \frac{ML^3}{162EI} \times \begin{bmatrix} 3-u & -3 \\ -4,5 & 12-u \end{bmatrix} \quad \text{với} \quad u = \frac{1}{\omega^2} \times \frac{162EI}{ML^3} \quad (**)$	0,25
		$(*) \Leftrightarrow A = 0 \Leftrightarrow \begin{vmatrix} 3-u & -3 \\ -4,5 & 12-u \end{vmatrix} = 0$ Khai triển định thức thu được phương trình: $u^2 - 15u + 22,5 = 0$	

Câu	Phần	Nội dung	Thang điểm
		Giải phương trình, ta được: $u_1 = \frac{15 + 3\sqrt{15}}{2} = 13,3095 \quad \text{và} \quad u_2 = \frac{15 - 3\sqrt{15}}{2} = 1,6905$	0,25
		$(**) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{u_i} \times \frac{162EI}{ML^3}}$	0,25
		$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{u_1} \times \frac{162EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{15 + 3\sqrt{15}}{2}\right)} \times \frac{162 \times 14}{0,036}} = 68,8002 \text{ s}^{-1}$	0,25
		$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{u_2} \times \frac{162EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{15 - 3\sqrt{15}}{2}\right)} \times \frac{162 \times 14}{0,036}} = 193,0454 \text{ s}^{-1}$	0,25
		Tần số dao động riêng (sắp xếp tăng dần theo ω): $\omega = \begin{Bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 68,8002 \\ 193,0454 \end{Bmatrix} \text{ s}^{-1}$	0,25
		Ma trận dạng dao động riêng	1,00
		Xác định dạng dao động riêng: $\{\varphi_i^*\} = -[B_{11}]^{-1} \{B_1\}^{(i)} = -\frac{-4,5}{12 - u_i} = \frac{4,5}{12 - u_i} \quad (***)$	0,25
		Chọn chuyển vị tại vị trí khối lượng theo phương 1 bằng 1, nghĩa là $\varphi_{11} = 1$ và $\varphi_{12} = 1$	0,25
	c	Với $u_1 = \frac{15 + 3\sqrt{15}}{2} = 13,3095$ và $u_2 = \frac{15 - 3\sqrt{15}}{2} = 1,6905$ thay vào $(***) \Rightarrow \begin{cases} \varphi_{21} = 1,0289 \\ \varphi_{22} = -0,6479 \end{cases}$	0,25
		Ma trận các dạng dao động riêng: $[\varphi] = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -\left(\frac{3 + \sqrt{15}}{2}\right) & \frac{-3 + \sqrt{15}}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -3,4365 & 0,4365 \end{bmatrix}$	0,25
		Tổng điểm câu 2	5,0đ