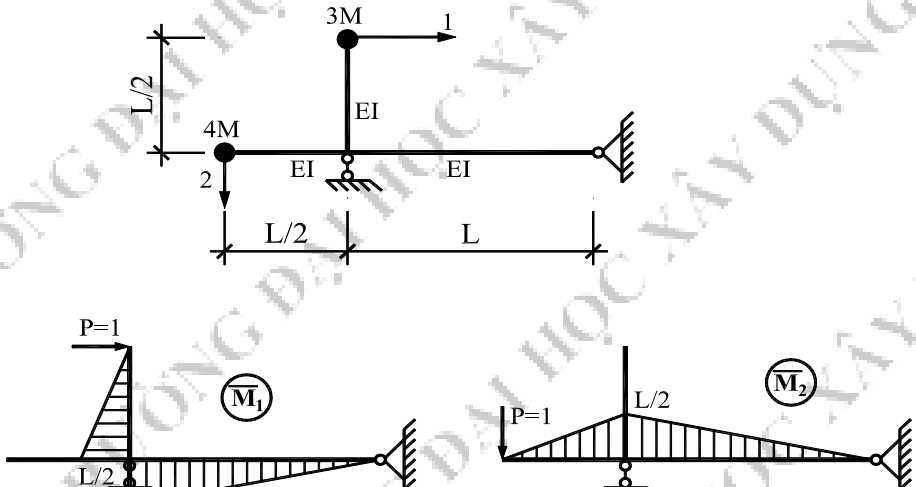


Câu	Phần	Nội dung	Điểm
1	a	<p><b>Tần số dao động riêng</b></p> <p>Đặt lực P tại vị trí khối lượng M theo phương ngang để xác định phân lực X và vẽ biểu đồ mômen (<math>M_p</math>)</p> <p>(Hệ cơ bản 0,25đ; biểu đồ mômen (<math>\bar{M}_1</math>) 0,50đ; biểu đồ mômen (<math>M_p^0</math>) 0,50đ)</p>	4,00
		<p>Phương trình chính tắc: <math>\delta_{11}^* \times X_1 + \Delta_{1P}^* = 0</math></p>	0,25
		$\delta_{11}^* = \frac{2L \times 2L \times 2L}{2EI} + \frac{2L \times 2L \times 2L}{3EI} = \frac{20L^3}{3EI}$	0,25
		$\Delta_{1P}^* = \frac{(4PL + 2PL) \times 2L \times 2L}{2 \times 2EI} + \frac{2PL \times 2L \times 2L}{2EI} = \frac{10PL^3}{EI}$	0,25
		$\Rightarrow X_1 = -\frac{\Delta_{1P}^*}{\delta_{11}^*} = -\frac{3P}{2}$	0,25
		<p>Vẽ biểu đồ mômen (<math>M_p</math>) = (<math>\bar{M}_1</math>) <math>\times</math> <math>X_1</math> + (<math>M_p^0</math>)</p>	0,50

	<p>Xem lực <math>P = 1</math> để xác định chuyển vị đơn vị.</p> $\delta_{11} = \frac{(M_p) \times (M_p)}{EI} = \frac{2L}{2 \times 6EI} [2(L \times L + L \times L) - 2 \times L \times L]$ $+ \frac{2L}{6EI} [2(L \times L + 2L \times 2L) - 2 \times L \times 2L] + \frac{2L \times 2L \times 2L}{3 \times 2EI} = \frac{11L^3}{3EI}$ <p>(Hoặc tạo trạng thái “k” vẽ biểu đồ mômen <math>(\overline{M}_k)</math>, sau đó nhân hai biểu đồ <math>(\overline{M}_k)</math> với <math>(M_p)</math> để tìm <math>\delta_{11}</math>)</p>	0,50
	$\omega = \sqrt{\frac{g}{2Q \times \delta_{11}}} = \sqrt{\frac{g}{2Q} \times \frac{3EI}{11L^3}}$	0,25
	$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{981}{2 \times 28} \times \frac{3 \times 2 \times 10^4 \times 7080}{11 \times (200)^3}} = 9,1958 \text{ s}^{-1}$	0,50
	<b>Chu kỳ dao động</b>	<b>0,50</b>
<b>b</b>	$T = \frac{2\pi}{\omega}$	0,25
	$T = \frac{2\pi}{9,1958} = 0,6833 \text{ s}$	0,25
	<b>Tần số kỹ thuật</b>	<b>0,50</b>
<b>c</b>	$n = \frac{60}{T}$	0,25
	$n = \frac{60}{0,6833} = 87,8092 \text{ 1/phút}$	0,25
<b>Tổng điểm câu 1</b>		<b>5,0đ</b>
<b>2</b>	<p><b>Ma trận mềm, ma trận khối lượng</b></p> <p>Đặt lực đơn vị <math>P = 1</math> tại vị trí khối lượng theo phương 1 và phương 2, vẽ biểu đồ mômen <math>(\overline{M}_1), (\overline{M}_2)</math></p> 	0,50

	$\delta_{11} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_1)}{EI} = \frac{1}{EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{EI} \times L \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{L^3}{8EI}$	0,25
	$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{(\overline{M}_1) \times (\overline{M}_2)}{EI} = -\frac{1}{EI} \times L \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} = -\frac{L^3}{12EI}$	0,25
	$\delta_{22} = \frac{(\overline{M}_2) \times (\overline{M}_2)}{EI} = \frac{1}{EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{EI} \times L \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{L^3}{8EI}$	0,25
	Ma trận mềm: $[F] = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} = \frac{L^3}{24EI} \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$	0,25
	Ma trận khối lượng: + $\Sigma m_i$ theo phương 1: $m_1 = 3M$ + $\Sigma m_i$ theo phương 2: $m_2 = 4M$ $[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$	0,25
	<b>Tần số dao động riêng</b>	<b>2,25</b>
	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
	$\Rightarrow A = \frac{ML^3}{24EI} \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -2 & 3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} - \frac{1}{\omega^2} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	0,25
	$\Leftrightarrow A = \frac{ML^3}{24EI} \times \begin{bmatrix} 9-u & -8 \\ -6 & 12-u \end{bmatrix} \quad \text{với } u = \frac{1}{\omega^2} \times \frac{24EI}{ML^3} \quad (**)$	0,50
<b>b</b>	$(*) \Leftrightarrow  A  = 0 \Leftrightarrow \begin{vmatrix} 9-u & -8 \\ -6 & 12-u \end{vmatrix} = 0$ Khai triển định thức thu được phương trình: $u^2 - 21u + 60 = 0$	
	Giải phương trình, ta được: $u_1 = 17,5887 \quad \text{và} \quad u_2 = 3,4113$	0,25
	$(**) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{u_i} \times \frac{24EI}{ML^3}}$	0,25
	$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{u_1} \times \frac{24EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{17,5887} \times \frac{24 \times 10}{0,05}} = 16,5198 \text{ s}^{-1}$	0,25
	$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{u_2} \times \frac{24EI}{ML^3}} = \sqrt{\frac{1}{3,4113} \times \frac{24 \times 10}{0,05}} = 37,5198 \text{ s}^{-1}$	0,25

	Tần số dao động riêng (sắp xếp tăng dần theo $\omega$ ): $\omega = \begin{Bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 16,5198 \\ 37,5112 \end{Bmatrix} \text{ s}^{-1}$	0,25
<b>c</b>	<b>Ma trận dạng dao động riêng</b>	<b>1,00</b>
	Xác định dạng dao động riêng: $\{\varphi_i^*\} = -[B_{11}]^{(i)-1} \{B_1\}^{(i)} = -\frac{-6}{12 - u_i}$ (***)	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 $u_1 = 17,5887$ và $u_2 = 3,4113$ thay vào (***) $\Rightarrow \begin{cases} \varphi_{21} = -1,0736 \\ \varphi_{22} = 0,6986 \end{cases}$	0,25
	Ma trận các dạng dao động riêng: $[\varphi] = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1,0736 & 0,6986 \end{bmatrix}$	0,25
<b>Tổng điểm câu 2</b>		<b>5,0đ</b>