


Câu	Phần	Nội dung	Thang Điểm									
Câu 1		<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p>  <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b] :</p> <table border="1" data-bbox="590 1075 1149 1276"> <thead> <tr> <th>Phần tử \ Bậc tự do</th> <th>Nút i</th> <th>Nút j</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>(1)</th> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>(2)</th> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j	(1)	0	1	(2)	1	2	0,5 đ
	Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j									
	(1)	0	1									
	(2)	1	2									
			<p>- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử $[K]_e$ và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể</p> <p>Phần tử 1:</p> $[K]_1 = \frac{EF}{2L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	0,5 đ								
		<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{2EF}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	0,5 đ									
		<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[K^*] = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 5 & -2 \\ 2 & 2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}$	0,5 đ									
		<p>- Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể</p> $\{\bar{P}^*\}_n = \begin{Bmatrix} 2qL \\ qL \end{Bmatrix}$	0,25 đ									

		$\{\bar{P}^*\} = \begin{Bmatrix} 2qL \\ qL \end{Bmatrix}$	
		<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{\bar{q}^*\} = \{\bar{P}^*\}$</p> $\Rightarrow \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} \frac{5}{2} & -2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2qL \\ qL \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{\bar{q}^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{2EF} \begin{Bmatrix} 12 \\ 13 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>- Xác định nội lực trong các phần tử</p> <p>Phần tử 1:</p> $N_1 = \frac{EF}{2L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{2EF} \begin{Bmatrix} 0 \\ 12 \end{Bmatrix} = 3qL$ <p>Phần tử 2:</p> $N_2 = \frac{2EF}{L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{2EF} \begin{Bmatrix} 12 \\ 13 \end{Bmatrix} = qL$	0,25 đ
		<p>Vẽ biểu đồ lực dọc:</p>	0,25đ

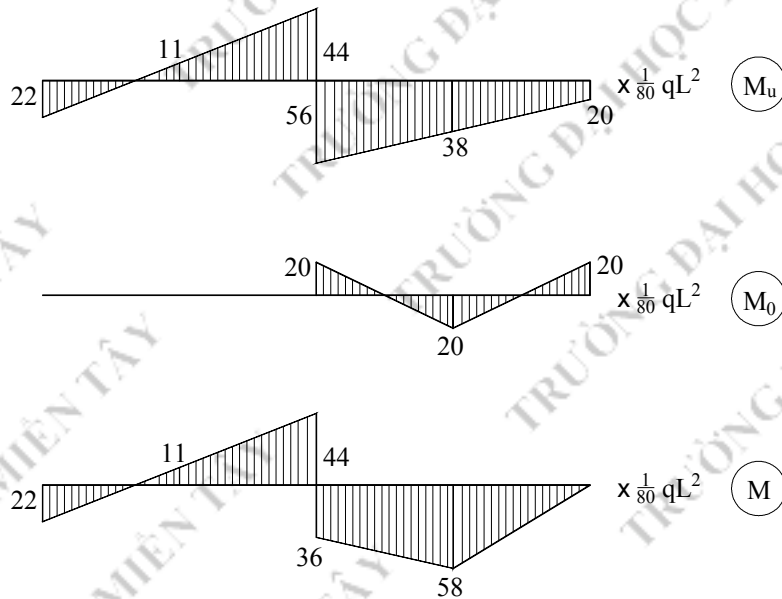
Tổng điểm câu 1

3,00 đ

Câu 2	<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p> <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b]:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Phần tử</th> <th colspan="2">Bậc tự do</th> <th colspan="2">Nút i</th> <th colspan="2">Nút j</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Phần tử	Bậc tự do		Nút i		Nút j		1	2	1	2	1	2	(1)	0	0	0	0	0	1	(2)	0	0	0	1	0	2	0,5 đ
Phần tử	Bậc tự do		Nút i		Nút j																								
	1	2	1	2	1	2																							
(1)	0	0	0	0	0	1																							
(2)	0	0	0	1	0	2																							

	<p>- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử $[K]_e$ và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể</p> <p>Phần tử 1:</p> $[K]_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{matrix}$	0,5 đ
	<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{2EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 \\ - & - & - & - \\ - & 4L^2 & - & 2L^2 \\ - & - & - & - \\ - & 2L^2 & - & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$	0,5 đ
	<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[\overline{K}^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 12 & 4 \\ 4 & 8 \end{bmatrix}$	0,5 đ
	<p>- Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể</p> $\{P\}_2 = \begin{Bmatrix} -qL \\ \frac{qL^2}{4} \\ -qL \\ \frac{qL^2}{4} \end{Bmatrix}; \{P^*\}_n = \begin{Bmatrix} -qL^2 \\ 0 \end{Bmatrix}; \Rightarrow \{P^*\} = \begin{Bmatrix} -\frac{5}{4}qL^2 \\ \frac{qL^2}{4} \end{Bmatrix}$	0.50 đ
	<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[\overline{K}^*]\{q^*\} = \{P^*\}$</p> $\Rightarrow \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 12 & 4 \\ 4 & 8 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\frac{5}{4}qL^2 \\ \frac{qL^2}{4} \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{80EI} \begin{Bmatrix} -11 \\ 8 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
	<p>- Xác định nội lực trong các phần tử</p> <p>Phần tử 1:</p> $\{M\}_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} -6L & 4L^2 & 6L & -2L^2 \\ L & 2L^2 & -L & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{80EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -11 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{80} \begin{Bmatrix} 22 \\ -44 \end{Bmatrix}$	0.25 đ
	<p>Phần tử 2:</p> $\{M\}_2 = \frac{2EI}{L^3} \begin{bmatrix} -6L & -4L^2 & 6L & -2L^2 \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{80EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ -11 \\ 0 \\ 8 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{80} \begin{Bmatrix} 56 \\ 20 \end{Bmatrix}$	0.25 đ

Vẽ biểu đồ mômen uốn



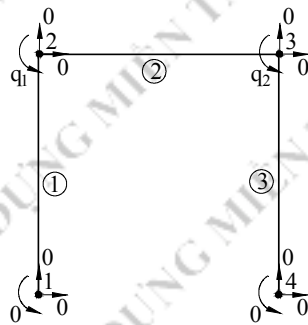
0,25 đ

Tổng điểm câu 2

3,50 đ

Câu 3

- Rời rạc hóa kết cấu:



Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do

Ma trận chỉ số [b]:

Phần tử \ Bậc tự do	Nút i			Nút j		
	1	2	3	4	5	6
(1)	0	0	0	0	0	1
(2)	0	0	1	0	0	2
(3)	0	0	0	0	0	2

0,75 đ

Bảng tính các đại lượng:

Phần tử	Nút i	Nút j	α	c	s	c^2	s^2	cs	L	EI/L^3
(1)	1	2	90°	0	1	0	1	0	L	EI/L^3
(2)	2	3	0°	1	0	1	0	0	L	EI/L^3
(3)	4	3	90°	0	1	0	1	0	L	EI/L^3

0,25 đ

- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử $[K]_e$ và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể

Phần tử 1:

0,5 đ

	$[K']_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 4L^2 \\ & & & & & 1 \end{bmatrix}$	
	<p>Phần tử 2:</p> $[K']_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & 4L^2 & - & - & 2L^2 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & 2L^2 & - & - & 4L^2 \\ & & & & & 2 \end{bmatrix}$	0,5 đ
	<p>Phần tử 3:</p> $[K']_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 \\ - & - & - & - & - & 4L^2 \\ & & & & & 2 \end{bmatrix}$	0,5 đ
	<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[K^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 8 & 2 \\ 2 & 8 \end{bmatrix}$	0,25 đ
	<p>Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể</p> $\{P'\}_{(2)} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{12} \\ 0 \\ -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{12} \end{Bmatrix}; \{P'\}_{(3)} = \begin{Bmatrix} -\frac{qL}{2} \\ 0 \\ \frac{qL^2}{8} \\ -\frac{qL}{2} \\ 0 \\ -\frac{qL^2}{8} \end{Bmatrix};$ $\Rightarrow \{P^*\} = \begin{Bmatrix} -\frac{qL^2}{12} \\ 12 \\ -\frac{qL^2}{24} \end{Bmatrix}$	0,25 đ
	<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}$</p>	0,25 đ

$$\Rightarrow \{\bar{q}^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{720EI} \begin{Bmatrix} -7 \\ -2 \end{Bmatrix}$$

- Xác định nội lực trong các phần tử

Phần tử 1:

$$\{M\}_1 = \frac{qL^2}{720} \begin{Bmatrix} 14 \\ -28 \end{Bmatrix}$$

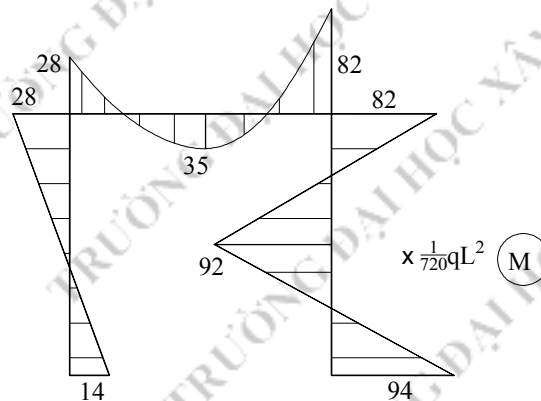
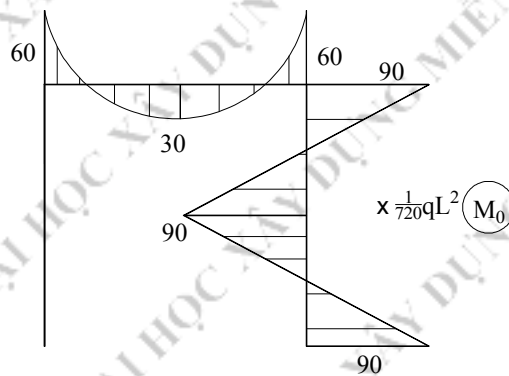
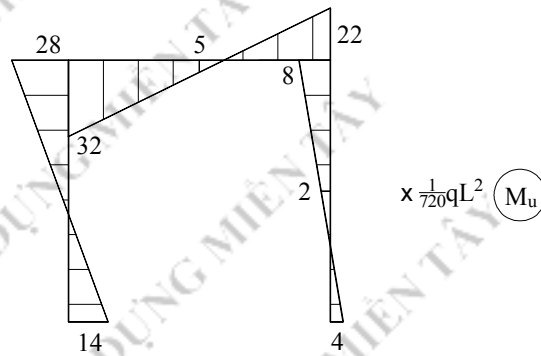
Phần tử 2:

$$\{M\}_2 = \frac{qL^2}{720} \begin{Bmatrix} 32 \\ -22 \end{Bmatrix}$$

Phần tử 3:

$$\{M\}_3 = \frac{qL^2}{720} \begin{Bmatrix} 4 \\ -8 \end{Bmatrix}$$

Vẽ biểu đồ mômen uốn



0,25 đ

Tổng điểm câu 3

3,50 đ