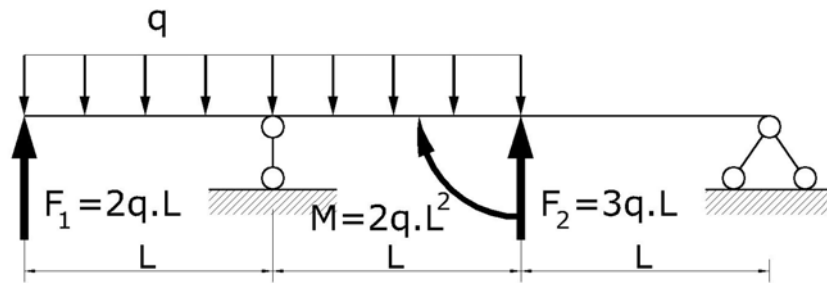


Câu 1: (5 đ)

Cho dầm sức bền tiết diện không đổi, chịu uốn như Hình 1. Biết $q=10N/mm$; $L=400mm$; Vật liệu chế tạo dầm có $[\sigma]=150MPa$. Tiết diện dầm là hình chữ nhật, bề rộng là b và chiều cao là $h=2b$.

- Tính phản lực tại các gối tựa.
- Vẽ biểu đồ lực cắt Q_y và ghi giá trị lên biểu đồ.
- Vẽ biểu đồ mô men M_x và ghi giá trị lên biểu đồ.
- Tính kích thước b và h để dầm đủ bền.

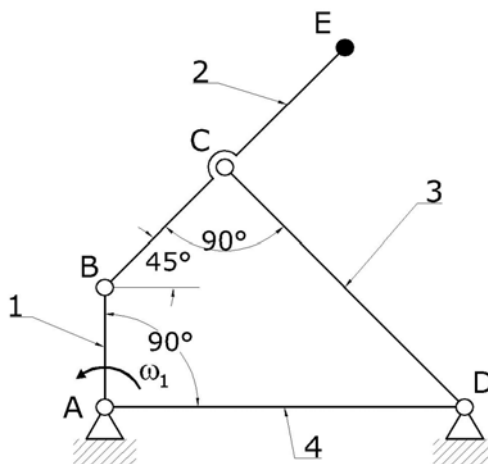


Hình 1

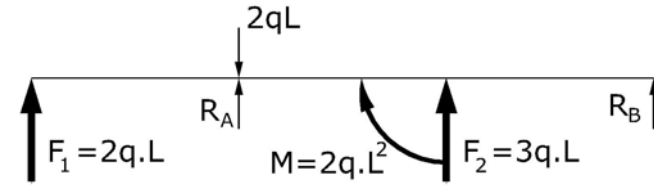
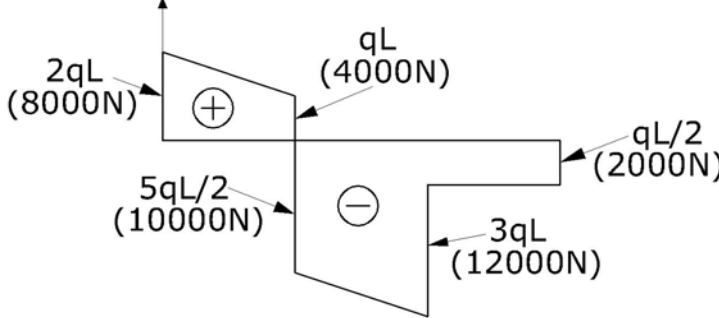
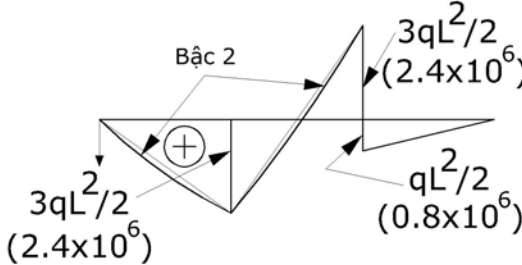
Câu 2: (5 đ)

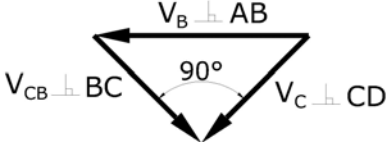
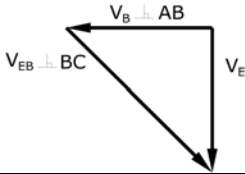
Cho cơ cấu như Hình 2. Khâu 4 là khâu cô định (giá). Khâu 1 (khâu AB) đang vuông góc khâu 4 (khâu AD) và khâu 2 (khâu BC) đang vuông góc khâu 3 (khâu CD). Biết chiều dài $l_{AB} = 0.2m$; $l_{BC} = l_{CE} = 0.2\sqrt{2}m$; $l_{CD} = 0.4\sqrt{2}m$. Khâu 1 là khâu dẫn quay đều quanh khớp A với vận tốc góc $\omega_1 = 2 rad/s$ có chiều như hình vẽ.

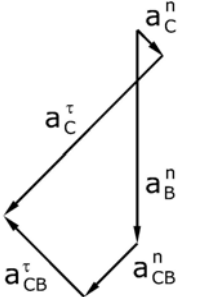
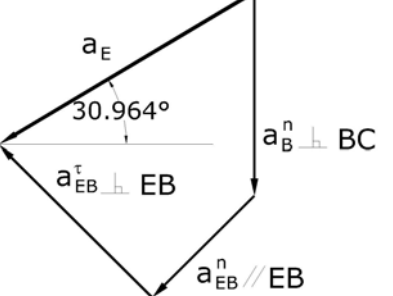
- Xác định vận tốc góc ω_3 của khâu bị dẫn (khâu 3).
- Xác định vận tốc dài của điểm E thuộc khâu 2 (phương, chiều, giá trị).
- Xác định gia tốc dài của điểm E thuộc khâu 2 (phương, chiều, giá trị).



Hình 2

Câu	Nội dung	Điểm
1a	<p>Giải phóng liên kết. Thay lực phân bố bằng lực tập trung.</p>  <p>Phương trình cân bằng mômen tại A $\sum M_x^A = -F_1L - M + F_2L + R_B 2L = 0$</p> <p>Phản lực liên kết tại gối B</p> $R_B = \frac{F_1L + M - F_2L}{2L} = \frac{2qL^2 + 2qL^2 - 3qL^2}{2L} = \frac{qL}{2} = \frac{10 \times 400}{2} = 2000N$	0.5 0.5
	<p>Phương trình cân bằng lực theo phương thẳng đứng</p> $\downarrow \sum F_y = -F_1 - R_A + 2qL - F_2 - R_B = 0$ <p>Phản lực liên kết tại gối A</p> $R_A = -F_1 + 2qL - F_2 - R_B = -2qL + 2qL - 3qL - \frac{qL}{2} = -\frac{7}{2}qL = -\frac{7}{2} \times 10 \times 400 = -14000N$	0.5 0.5
1b	 <p>Biểu đồ lực cắt Q_v (N)</p>	1
1c	 <p>Biểu đồ Mômen M_x (Nmm)</p>	1
1d	<p>Điều kiện bền uốn $\sigma_{F_{max}} = \frac{M_{x_{max}}}{W_x} \leq [\sigma]$ với tiết diện hình chữ nhật $W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{2}{3}b^3$</p> <p>Bề rộng dầm để đủ bền $b \geq \sqrt[3]{\frac{3M_{x_{max}}}{2[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{3\left(\frac{3}{2}qL^2\right)}{2[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{9 \times 10 \times 400^2}{4 \times 150}} = 28.85mm$</p>	0.5
	<p>Chiều cao dầm để đủ bền $h = 2b \geq 2 \times 28.85 = 57.7mm$</p> <p>Vậy để đủ bền chọn tiết diện dầm có kích thước $b \times h = 30 \times 60(mm \times mm)$</p>	0.25 0.25

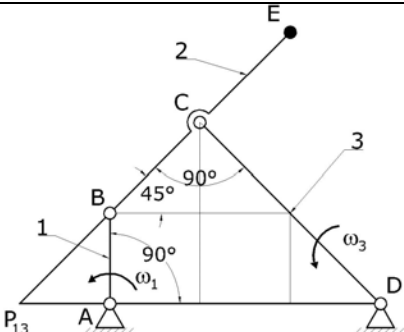
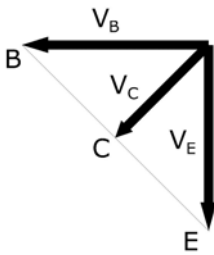
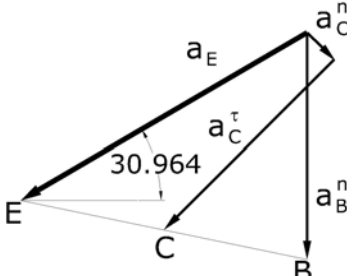
2a	<p>Xét khâu BC chuyển động song phẳng ta có $\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB}$ (*)</p> <p>\vec{v}_B là vận tốc dài tuyệt đối của điểm B (so với giá) có phương nằm ngang vuông góc AB hướng sang trái và có giá trị là $v_B = l_{AB}\omega_1 = 0.2 \times 2 = 0.4 \text{ m/s}$</p> <p>$\vec{v}_C$ là vận tốc dài tuyệt đối của điểm C (so với giá) có phương vuông góc CD do C quay quanh khớp D (khớp xoay nối giá). Giá trị \vec{v}_C chưa biết.</p> <p>\vec{v}_{CB} là vận tốc dài tương đối của điểm C quay quanh điểm B có phương vuông góc BC. Giá trị \vec{v}_{CB} chưa biết.</p>	0.5
		0.5
	<p>Trong phương trình véc tơ (*) có một véc tơ đã biết phương, chiều và giá trị (\vec{v}_B) và 2 véc tơ chỉ biết phương (\vec{v}_C và \vec{v}_{CB}) nên có thể dùng họa đồ véc tơ để giải.</p> <p>Bằng họa đồ véc tơ ta có $\vec{v}_C = v_B \cos 45^\circ = 0.2\sqrt{2} \text{ m/s}$. Phương chiều như hình vẽ.</p>	0.5
	<p>và $\vec{v}_{CB} = 0.2\sqrt{2} \text{ m/s}$. Phương chiều như hình vẽ.</p>	0.25
	<p>Do đó $\omega_3 = \frac{v_C}{l_{CD}} = \frac{0.2\sqrt{2}}{0.4\sqrt{2}} = 0.5 \text{ rad/s}$ ngược chiều kim đồng hồ.</p>	0.25
2b	<p>Xét khâu BE chuyển động song phẳng ta có $\vec{v}_E = \vec{v}_B + \vec{v}_{EB}$</p> <p>$\vec{v}_B$ là vận tốc dài tuyệt đối của điểm B (so với giá) có phương nằm ngang vuông góc AB hướng sang trái và có giá trị là $v_B = l_{AB}\omega_1 = 0.2 \times 2 = 0.4 \text{ m/s}$</p> <p>$\vec{v}_E$ là vận tốc dài tuyệt đối của điểm E (so với giá) chưa biết phương và giá trị.</p>	0.5
	<p>\vec{v}_{EB} là vận tốc dài tương đối của điểm E quay quanh điểm B có phương vuông góc BC. Cùng phương, cùng chiều với \vec{v}_{CB}</p> <p>Giá trị $v_{EB} = v_{CB} \frac{l_{EB}}{l_{CB}} = 0.2\sqrt{2} \times 2 = 0.4\sqrt{2} \text{ m/s}$</p>	0.5
		0.5
	<p>Bằng họa đồ véc tơ ta có $v_E = v_B = 0.4 \text{ m/s}$. Phương thẳng đứng, chiều hướng xuống hình vẽ.</p>	0.5
2c	<p>Xét khâu BC chuyển động song phẳng ta có $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}$ (**)</p> <p>Do B quay đều quanh A nên chỉ có gia tốc pháp $a_B = a_B^n = l_{AB}\omega_1^2 = 0.2 \times 2^2 = 0.8 \text{ m/s}^2$</p> <p>Do C quay quanh D nên có gia tốc pháp và gia tốc tiếp $\vec{a}_C = \vec{a}_C^r + \vec{a}_C^n$</p> <p>$\vec{a}_C^n$ là gia tốc pháp của C quay quanh D. $a_C^n = l_{CD}\omega_3^2 = 0.4\sqrt{2} \times 0.5^2 = 0.1\sqrt{2} \text{ m/s}^2$</p> <p>$\vec{a}_C^r$ là gia tốc tiếp của C quay quanh D, có phương vuông góc CD, giá trị chưa biết.</p> <p>Do C quay quanh B nên có gia tốc pháp và gia tốc tiếp $\vec{a}_{CB} = \vec{a}_{CB}^r + \vec{a}_{CB}^n$</p> <p>Điểm C quay quanh B với vận tốc góc $\omega_2 = \frac{v_{CB}}{l_{CB}} = \frac{0.2\sqrt{2}}{0.2\sqrt{2}} = 1 \text{ rad/s}$</p> <p>$\vec{a}_{CB}^n$ là gia tốc pháp của C quay quanh B có chiều hướng từ C vào B.</p>	0.25

<p>$a_{CB}^n = l_{CB} \omega_2^2 = 0.2\sqrt{2} \times 1^2 = 0.2\sqrt{2} \text{ m/s}^2$</p> <p>$\vec{a}_{CB}^\tau$ là gia tốc tiếp của C quay quanh B, có phương vuông góc CB, giá trị chưa biết.</p> <p>Vậy (***) trở thành $\vec{a}_C^\tau + \vec{a}_C^n = \vec{a}_B^n + \vec{a}_{CB}^\tau + \vec{a}_{CB}^n$</p>	
 <p>Trong phương trình véc tơ trên có 3 véc tơ biết phương, chiều và giá trị ($\vec{a}_B^n, \vec{a}_{CB}^n, \vec{a}_C^n$) và 2 véc tơ chỉ biết phương (\vec{a}_C^τ và \vec{a}_{CB}^τ) nên có thể dùng họa đồ véc tơ để giải.</p> <p>Ta có giá trị</p> $a_{CB}^\tau = a_B^n \frac{\sqrt{2}}{2} - a_C^n = 0.4\sqrt{2} - 0.1\sqrt{2} = 0.3\sqrt{2} \text{ m/s}^2$ <p>(chiều các véc tơ lên phương \vec{a}_{CB}^τ - hoặc SV có thể đo trực tiếp trên họa đồ véc tơ với tỷ lệ xích)</p>	0.25
<p>Xét khâu BE chuyển động song phẳng ta có $\vec{a}_E = \vec{a}_B + \vec{a}_{EB}$ (***)</p> <p>Do E quay quanh B nên có gia tốc pháp và gia tốc tiếp $\vec{a}_{EB} = \vec{a}_{EB}^\tau + \vec{a}_{EB}^n$</p> <p>$\vec{a}_{EB}^n$ là gia tốc pháp của E quay quanh B. Có chiều hướng từ E vào B.</p> $a_{EB}^n = l_{EB} \omega_2^2 = 0.4\sqrt{2} \times 1^2 = 0.4\sqrt{2} \text{ m/s}^2$ <p>\vec{a}_{EB}^τ là gia tốc tiếp của E quay quanh B, có phương chiều giống \vec{a}_{CB}^τ, có giá trị</p> $a_{EB}^\tau = a_{CB}^\tau \frac{l_{EB}}{l_{CB}} = 0.3\sqrt{2} \frac{0.4\sqrt{2}}{0.2\sqrt{2}} = 0.6\sqrt{2} \text{ m/s}^2$ <p>Vậy (***) trở thành $\vec{a}_E = \vec{a}_B^n + \vec{a}_{EB}^\tau + \vec{a}_{EB}^n$</p>	0.25
 <p>Phương trình trên có các véc tơ bên vế phải đã biết phương chiều và giá trị.</p> <p>Dựa vào họa đồ véc tơ ta xác định được (chiều lên phương đứng và phương ngang rồi dùng định lý Pythagore)</p> $a_E = \sqrt{\left(a_B^n + a_{EB}^n \frac{\sqrt{2}}{2} - a_{EB}^\tau \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 + \left(a_{EB}^n \frac{\sqrt{2}}{2} + a_{EB}^\tau \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2}$ $a_E = \sqrt{\left(0.8 + (0.4\sqrt{2} - 0.6\sqrt{2}) \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 + \left((0.4\sqrt{2} + 0.6\sqrt{2}) \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2} = 1.1662 \frac{m}{s^2}$ <p>Góc của \vec{a}_E hợp với phương ngang</p> $\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{a_B^n + a_{EB}^n \frac{\sqrt{2}}{2} - a_{EB}^\tau \frac{\sqrt{2}}{2}}{a_{EB}^n \frac{\sqrt{2}}{2} + a_{EB}^\tau \frac{\sqrt{2}}{2}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.8 + (0.4\sqrt{2} - 0.6\sqrt{2}) \frac{\sqrt{2}}{2}}{(0.4\sqrt{2} + 0.6\sqrt{2}) \frac{\sqrt{2}}{2}} \right) = 30.964^\circ$ <p>(hoặc SV có thể đo trực tiếp trên họa đồ véc tơ với tỷ lệ xích)</p>	0.25

Chú ý : SV có thể dùng Định lý Kennedy và Định lý Willis để xác định ω_3

SV có thể dùng Định lý đồng dạng thuận để xác định vận tốc \vec{v}_E và \vec{a}_E

Cách giải thứ hai

2a	 <p>Áp dụng định lý Kennedy: Kéo dài khâu BC cắt khâu AD tại P₁₃. Vậy P₁₃ chính là tâm quay tức thời trong chuyển động tương đối của khâu 3 so với khâu 1.</p> <p>Áp dụng định lý Willis:</p> $i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{l_{PD}}{l_{PA}} = \frac{4l_{AB}}{l_{AB}} = 4 \Rightarrow \omega_3 = \frac{\omega_1}{4} = \frac{2}{4} = 0.5 \text{ rad/s}$	2
2b	<p>Vậy vận tốc điểm C là $v_C = l_{CD}\omega_3 = 0.4\sqrt{2} \times 0.5 = 0.2\sqrt{2} \text{ m/s}$ có phương vuông góc CD, chiều hướng từ C về B.</p> <p>Áp dụng định lý đồng dạng thuận</p>  <p>Vẽ véc tơ v_B nằm ngang hướng sang trái. Vẽ véc tơ v_C hướng từ C về B Theo họa đồ cơ cấu thì BCE thẳng hàng và $l_{BC} = l_{CE}$ Do đó ta nối B và C rồi kéo dài đến E sao cho $BC = CE$ Dựa vào họa đồ véc tơ, ta có v_E có phương thẳng đứng, hướng xuống. Giá trị $v_E = v_B = 0.4 \text{ m/s}$</p>	2
2c	<p>Giải giống đáp án trên ta có tìm được \vec{a}_B^n, \vec{a}_C^n và \vec{a}_C^τ. Áp dụng định lý đồng dạng thuận</p>  <p>Vẽ véc tơ \vec{a}_B^n thẳng đứng hướng từ B vào A. Từ gốc của \vec{a}_B^n, vẽ véc tơ \vec{a}_C^n hướng từ C về D, vẽ tiếp véc tơ \vec{a}_C^τ vuông góc CD, hướng từ C về B.</p> <p>Theo họa đồ cơ cấu thì BCE thẳng hàng và $l_{BC} = l_{CE}$ Do đó ta nối B và C rồi kéo dài đến E sao cho $BC = CE$ Dựa vào họa đồ véc tơ, ta có \vec{a}_E như hình vẽ, có phương hợp với đường nằm ngang $\approx 31^\circ$ giá trị $a_E = 1.166 \text{ m/s}^2$</p>	1

Người soạn đáp án TS Phan Tấn Tùng