

**Question 1:** (1.5/10)

Determine the internal shear force and bending moment on the section at  $C$  of the beam (Figure 1).

**Question 2:** (1.5/10)

Determine the normal stress, shear stress and equivalent stress (using the maximum-distortion-energy theory of failure) at point  $A$  on the web of the cross-section of the beam, which is subjected to the bending moment of  $M = 60 \text{ kN.m}$  and shear force of  $Q = 40 \text{ kN}$  as shown in Figure 2.

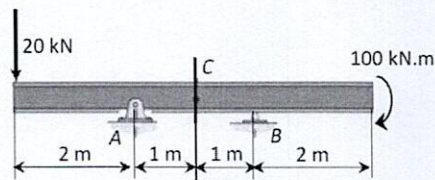


Figure 1

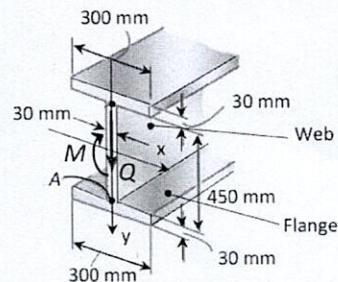


Figure 2

**Question 3:** (3.5/10)

The steel beam is subjected to the loadings at  $A$  and  $B$ ; the beam is fixed at  $C$ , and has dimensions as shown in Figure 3. The steel has allowable normal stress of  $\sigma_{allowable} = [\sigma] = 150 \text{ MPa}$  and elastic modulus of  $E = 200 \text{ GPa}$ .

- Draw the shear force and bending moment diagrams for the beam.
- Verify the strength for the beam (neglect effect of the shear force).
- Determine the deflection of the beam at  $A$ .

**Question 4:** (2.5/10)

The steel shaft is subjected to the forces at pulleys  $B, C$  and supported by bearings at  $A, D$  as shown in Figure 4. The steel has allowable normal stress of  $\sigma_{allowable} = [\sigma] = 150 \text{ MPa}$ , neglect the effect of the shear forces.

- Draw the internal diagrams of  $M_x, M_y$  and  $M_z$  for the shaft.
- Determine to the nearest millimeter the smallest-diameter of the shaft that will support the loading (using the maximum-distortion-energy theory of failure).

**Question 5:** (1.0/10)

Determine the reactions at the fixed support  $A$  and the roller  $B, EJ$  is constant (Figure 5).

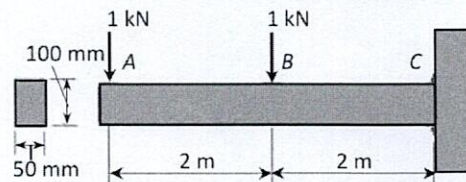


Figure 3

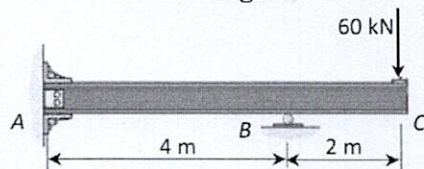


Figure 5

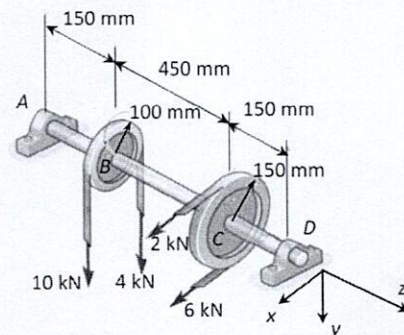


Figure 4

Note: Proctors are not allowed to give any unauthorised explanation.

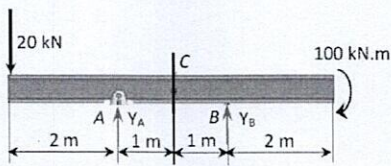
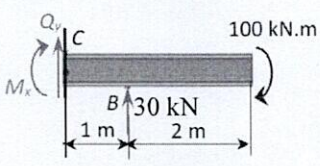
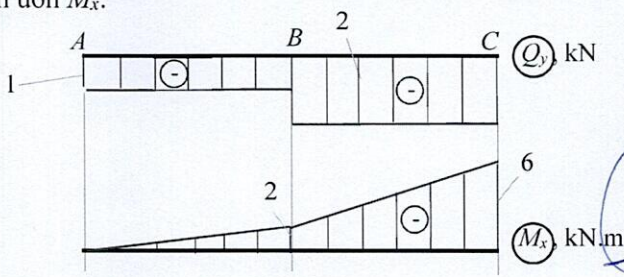
| Chuẩn đầu ra của học phần (về kiến thức)  | Nội dung kiểm tra       |
|---|-------------------------|
| [G 1.1]: Learners are able to determine the internal forces and stress on the cross-section.  | Questions 1, 2, 3, 4, 5 |
| [G 1.2]: Learners are able to draw the internal force diagrams.   | Questions 3, 4          |
| [G 1.3]: Learners are able to calculate the normal stress and the shear stress developed in beams, in circular shaft, and to verify strength for the element. | Questions 3, 4          |
| [G 2.1]: Learners are able to calculate displacement in beams.  | Question 3,5            |
| [G 3.1]: Learners can understand the English materials related to the subject.  | Questions 1, 2, 3, 4, 5 |

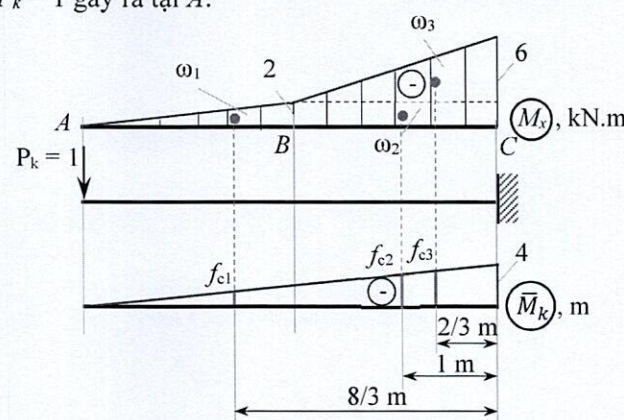
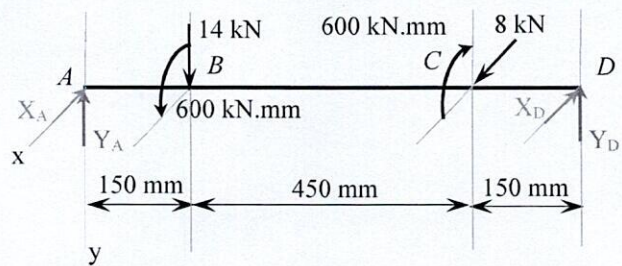
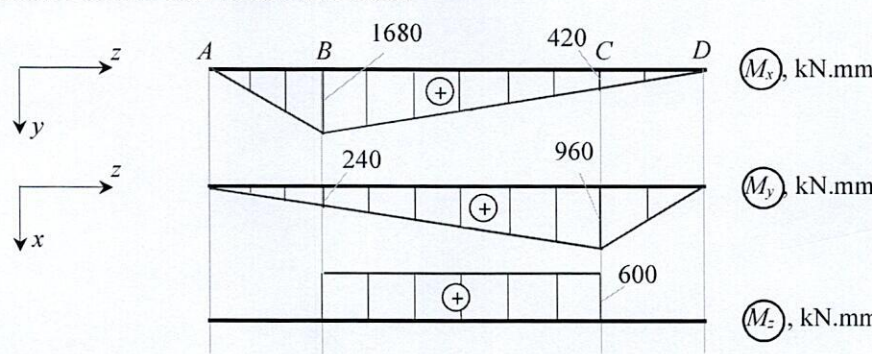
Ngày 11 tháng 1 năm 2021

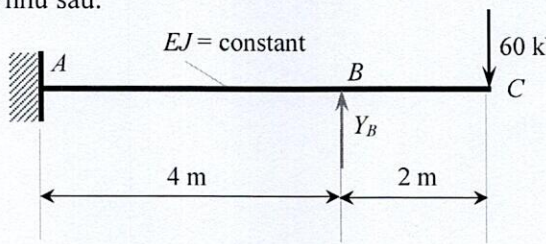
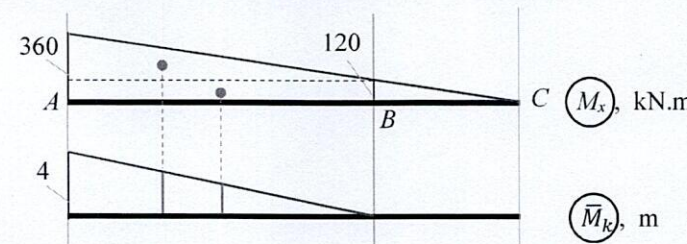
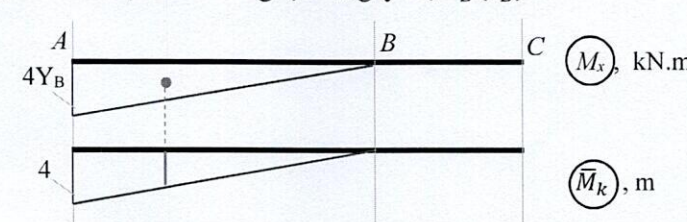
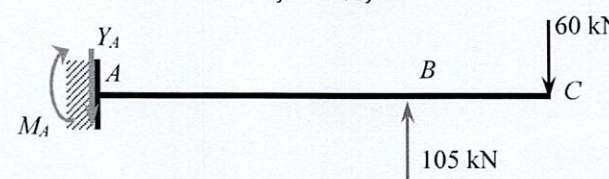
**Thông qua Bộ môn**

(ký và ghi rõ họ tên)

*Phan Đức Đạt*

| Câu hỏi                    | Nội dung   | Điểm |
|----------------------------|--|------|
| <b>Câu 1</b><br>(1,5 điểm) | Sơ đồ giải phóng liên kết tìm phản lực liên kết:<br>  | 0.50 |
|                            | Phương trình cân bằng:<br>$\sum M_A = 0 \rightarrow 2Y_B + 20 \times 2 - 100 = 0 \rightarrow Y_B = 30 \text{ kN}$  | 0.25 |
|                            | Sơ đồ giải phóng liên kết tìm nội lực:<br>  | 0.50 |
|                            | Phương trình cân bằng:<br>$\sum F_y = 0 \rightarrow Q_y + 30 = 0 \rightarrow Q_y = -30 \text{ kN}$<br>$\sum M_C = 0 \rightarrow -M_x + 30 \times 1 - 100 = 0 \rightarrow M_x = -70 \text{ kN.m}$   | 0.25 |
| <b>Câu 2</b><br>(1,5 điểm) | Xác định trị số mô men quán tính $J_x$ đối với trục trung hòa x:<br>$J_x = \frac{1}{12} (300)(510)^3 - 2 \times \frac{1}{12} (135)(450)^3 = 1265962500 \text{ mm}^4$   | 0.50 |
|                            | Xác định trị số ứng suất pháp tại A:<br>$\sigma_A = \frac{M_x}{J_x} \cdot y_A = \frac{60 \times 10^6}{1265962500} \cdot 225 = 10,66 \text{ MPa}$   | 0.50 |
|                            | Xác định trị số ứng suất tiếp tại A:<br>$\tau_A = \frac{Q_y \cdot S_x^c}{J_x \cdot b_c} = \frac{40 \times 10^3 \times [(300)(30)](225+15)}{1265962500 \times 30} = 2,27 \text{ MPa}$   | 0.25 |
|                            | Xác định trị số ứng suất tương đương (theo thuyết bền 4) tại A:<br>$\sigma_{td4} = \sqrt{\sigma_A^2 + 3\tau_A^2} = \sqrt{10,66^2 + 3 \times 2,27^2} = 11,36 \text{ MPa}$   | 0.25 |
| <b>Câu 3</b><br>(3,5 điểm) | Biểu đồ lực cắt $Q_y$ và mô men uốn $M_x$ :<br>  | 0.75 |
|                            | (Nếu không thể hiện dấu nội lực trên biểu đồ: - 0.125;<br>Nếu không thể hiện trị số nội lực trên từng đoạn: không cho điểm cho cả câu;<br>Nếu không thể hiện các đoạn trục AB, BC: - 0.125;<br>Nếu gạch sai hướng hoặc không gạch trên biểu đồ: - 0.125) | 0.75 |

|                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
|                                    | <p>Viết điều kiện bền ứng suất pháp: <math>\sigma_{max} =  \sigma_{min}  = \frac{ M_x _{max}}{W_x} \leq [\sigma]</math></p> <p>Lấy <math> M_x _{max} = 6 \text{ kN.m}</math></p> <p>Tính mô men chống uốn của tiết diện: <math>W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{50 \times 100^2}{6} \approx 83333 \text{ mm}^3</math></p> <p>Tính <math>\sigma_{max} =  \sigma_{min}  = \frac{6 \times 10^6}{83333} = 72 \text{ MPa} &lt; 150 \text{ MPa} \rightarrow</math> Dầm bền.</p> <p>Biểu đồ mô men uốn do lực <math>P_k = 1</math> gây ra tại A:</p> <p>Trạng thái "m"</p>  <p>Trạng thái "k"</p> <p>Độ võng tại A:</p> $\Delta_A = \frac{1}{EJ} (\omega_1 \cdot f_{c1} + \omega_2 \cdot f_{c2} + \omega_3 \cdot f_{c3})$ $\Delta_A = \frac{1}{200 \cdot 10^3 \times \frac{50 \times 100^3}{12}} \left( \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{4}{3} + 2 \cdot 2 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 \cdot \frac{5}{6} \cdot 4 \right) \cdot 10^{12} = 33,6 \text{ mm (Hướng xuống dưới)}$ | <p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.50</p> <p>0.25</p> <p>0,25</p> |
|                                    | <p>Sơ đồ tính:</p>   | <p>0.50</p>   |
| <p><b>Câu 4</b><br/>(2,5 điểm)</p> | <p>Xác định phản lực tại gối:</p> $\sum M_{x/A} = 0 \rightarrow Y_D = 2,8 \text{ kN} ; \sum F_y = 0 \rightarrow Y_A = 11,2 \text{ kN}$ $\sum M_{y/A} = 0 \rightarrow X_D = 6,4 \text{ kN} ; \sum F_x = 0 \rightarrow X_A = 1,6 \text{ kN}$ <p>Biểu đồ mô men uốn và mô men xoắn:</p>  <p>(Nếu không thể hiện dấu nội lực trên biểu đồ: - 0.125;<br/>Nếu không thể hiện trị số nội lực trên từng đoạn: không cho điểm cho cả câu;<br/>Nếu không thể hiện các đoạn trục AB, BC, CD: - 0.125;<br/>Nếu gạch sai hướng hoặc không gạch trên biểu đồ: - 0.125)</p>   | <p>1.00</p>   |

|                                    |  |      |
|------------------------------------|--|------|
|                                    | <p>Tại B: <math>M_x = 1680 \text{ kN}\cdot\text{mm}; \quad M_y = 240 \text{ kN}\cdot\text{mm}; \quad M_z = 600 \text{ kN}\cdot\text{mm}</math><br/> <math>\rightarrow \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_z^2} = 1774,824 \text{ kN}\cdot\text{mm}</math><br/>         Tại C: <math>M_x = 420 \text{ kN}\cdot\text{mm}; \quad M_y = 960 \text{ kN}\cdot\text{mm}; \quad M_z = 600 \text{ kN}\cdot\text{mm}</math><br/> <math>\rightarrow \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_z^2} = 1169,615 \text{ kN}\cdot\text{mm}</math><br/>         Vậy mặt cắt nguy hiểm tại B.</p>   | 0.50 |
|                                    | <p>Điều kiện bền: <math>\sigma_{td4} = \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_z^2}}{0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma] \rightarrow \frac{1774,824 \cdot 10^3}{0,1 \cdot d^3} \leq 150</math><br/> <math>\rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{1774,824 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 150}}</math><br/> <math>\rightarrow d \geq 49,09 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{Chọn } d = 50 \text{ mm}.</math></p>   | 0.50 |
| <p><b>Câu 5</b><br/>(1,0 điểm)</p> | <p>Chọn hệ tính định như sau:</p>    | 0.25 |
|                                    | <p>Điều kiện tương thích chuyển vị: <math>\Delta_B = 0</math> (Độ võng của dầm tại B bằng không)<br/>         Áp dụng nguyên lý cộng tác dụng: <math>\Delta_B(60 \text{ kN}) - \Delta_B(Y_B) = 0 \quad (1)</math></p>  | 0.25 |
|                                    | <p>Tính chuyển vị của dầm tại B do riêng tải 60 kN gây ra, <math>\Delta_B(60 \text{ kN})</math>:</p>  $\Delta_B(60 \text{ kN}) = \frac{1}{EJ} \cdot \left( 120 \cdot 4 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 240 \cdot 4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 4 \right) = \frac{2240}{EJ} \quad (2)$ <p>Tính chuyển vị của dầm tại B do riêng lực <math>Y_B</math> gây ra, <math>\Delta_B(Y_B)</math>:</p>  $\Delta_B(Y_B) = \frac{1}{EJ} \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot 4Y_B \cdot 4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 4 \right) = \frac{64Y_B}{3EJ} \quad (3)$ | 0.25 |
|                                    | <p>Thay (2) và (3) vào (1), ta được: <math>\frac{2240}{EJ} - \frac{64Y_B}{3EJ} = 0 \quad \rightarrow Y_B = 105 \text{ kN}</math></p>  $\sum F_y = 0 \rightarrow 105 - 60 - Y_A = 0 \quad \rightarrow Y_A = 45 \text{ kN}$ $\sum M_A = 0 \rightarrow -M_A + 105 \times 4 - 60 \times 6 = 0 \quad \rightarrow M_A = 60 \text{ kN}\cdot\text{m}$  | 0.25 |

**Ghi chú:** Nếu sinh viên có cách giải khác thì vẫn cho điểm tối đa cho phần giải đúng.