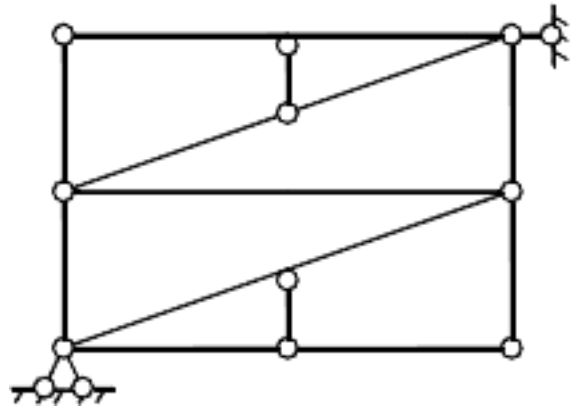
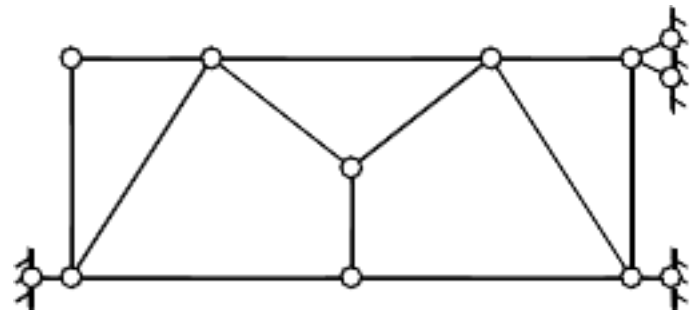


课程名称 **2008~2009** 年度 本科结构力学上 (A 卷)

一、分析图 1 和图 2 示结构的几何特性，如为几何不变体系，指出有几个多余约束。(简要写出分析过程) (6分×2=12分)

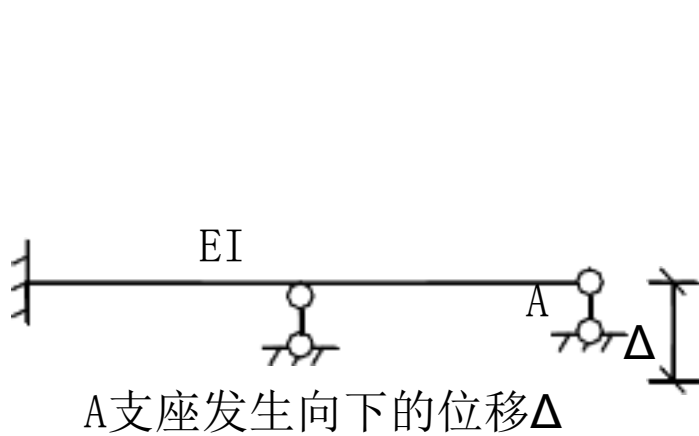


图

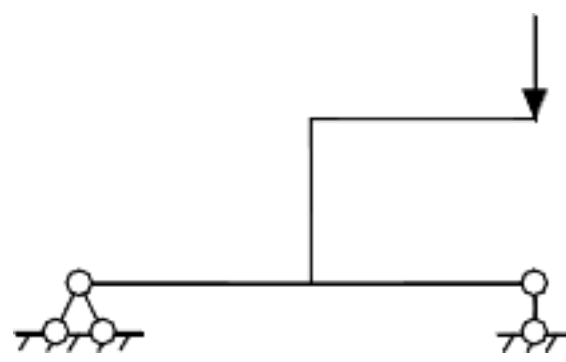


图

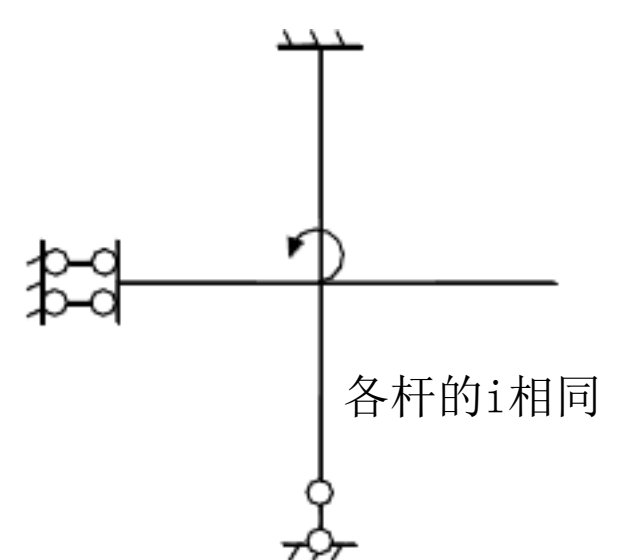
二、定性画出图 3~图 5 示结构弯矩图的大致形状。(5分×3=15分)



图

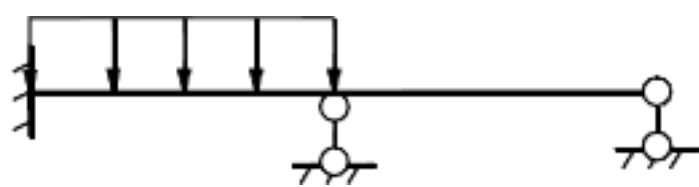


图

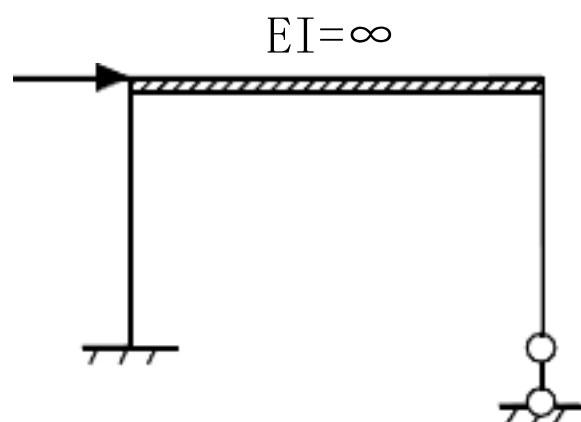


图

三、定性画出图 6~图 7 示结构的变形曲线。(5分×2=10分)



图



图

四、计算题 (共四小题, 合计 63 分)

1. 图 8 示刚架结构, 求:

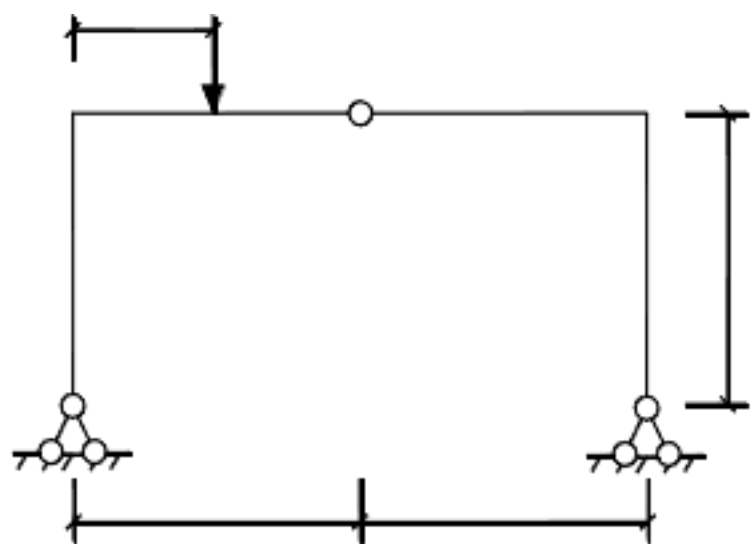
(1) 作出弯矩  $M_{DA}$ 、剪力  $Q_{DA}$  的影响线, 假定 DA 杆右侧受拉为正。(8分)

(2) 利用影响线计算在均布荷载  $q$  作用下 (分布长度不限, 且连续分布)  $M_{DA}$ 、 $Q_{DA}$  的最大负值。(6分)

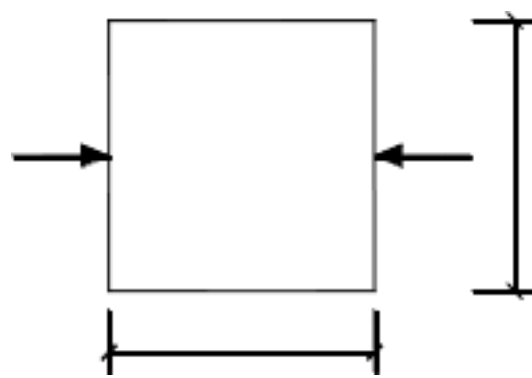
2. (1) 利用结构和荷载的特性, 力法作出图 9 示结构的弯矩图。各杆  $EI$ =常数, 忽略杆件的轴向变形。(13分)

(2) 若 CE、DF 的抗弯刚度为  $EI_1$ , CD、EF 的抗弯刚度为  $EI_2$ 。当  $EI_1 \gg EI_2$  时的  $M_{CD}$  相对  $EI_1 = EI_2$

时的是变大还是变小；反之，当  $EI_1 \ll EI_2$  时的  $M_{CD}$  又如何变化。（4分）



图



图

3. 位移法计算图 10 示超静定结构，各杆  $i = \text{常数}$ 。

(1) 判断图示结构位移法的独立基本未知量。（2分）

(2) 写出杆端弯矩表达式。（6分）

(3) 列出位移法基本方程（不需求解）。（8分）

（备注：也可采用位移法基本体系进行求解。）

4. 力矩分配法计算图 11 示结构，各杆  $i = \text{常数}$ 。内力值保留到小数点后一位。

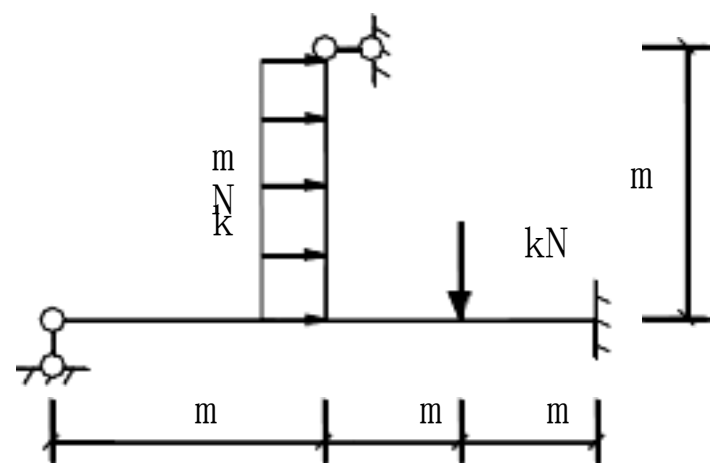


图 10

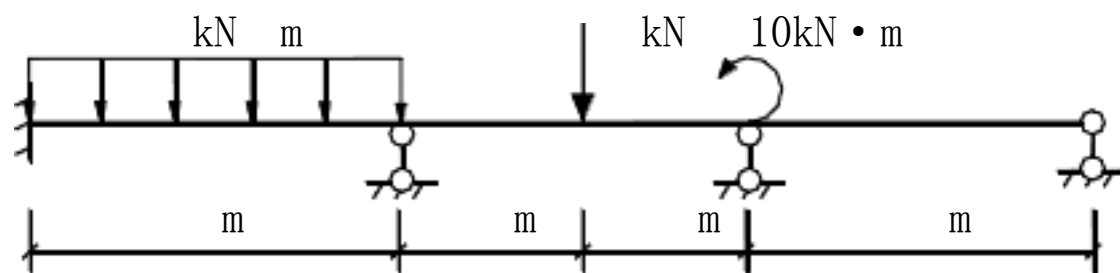


图 11

# 试题标准答案 课程名称 2008~2009 年度 本科结构力学上 (A 卷)

一、分析图 1 和图 2 示结构的几何特性，如为几何不变体系，指出有几个多余约束。(简要写出分析过程)

图 1. 无多余约束的几何不变体系;

分析过程如下，此处仅给出一种分析方法，只要说明合理均给分。

对象：刚片 (1) 和 (2);

联系：铰 A 和链杆 1，链杆的延长线不通过铰;

结论：无多余约束的几何不变体系 (3)。

刚片 (3) 与大地连接同理。

图 2. 瞬变体系;

分析过程如下，此处仅给出一种分析方法，只要说明合理均给分。

对象：刚片 (1)、(2) 和 (3);

联系：铰 A、B 和 C，三铰共线;

结论：瞬变体系。

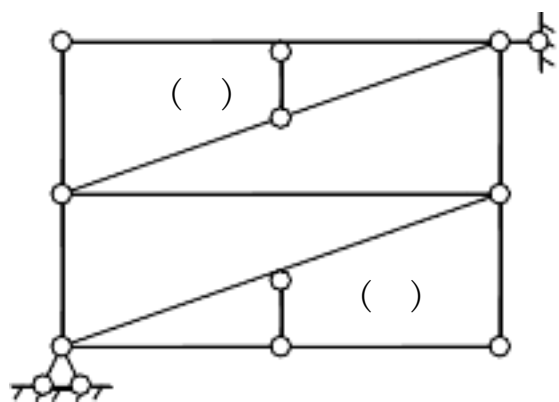


图 1

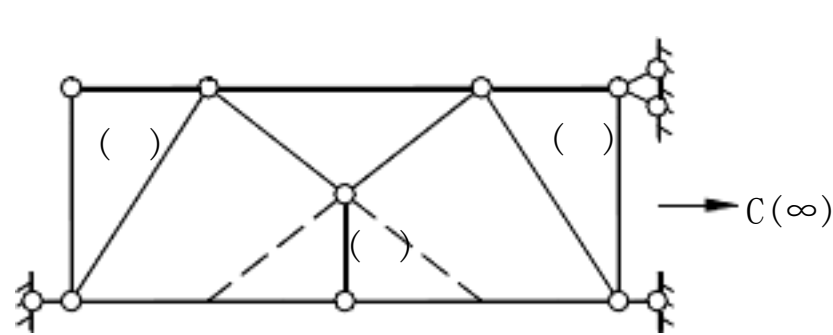


图 2

二、定性画出图 3~图 5 示结构弯矩图的大致形状。

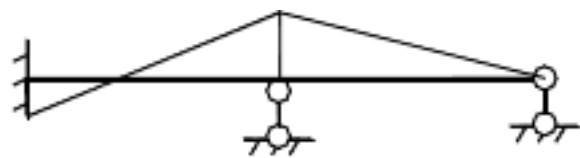


图 3

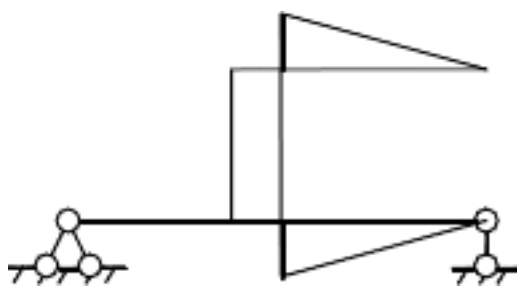


图 4

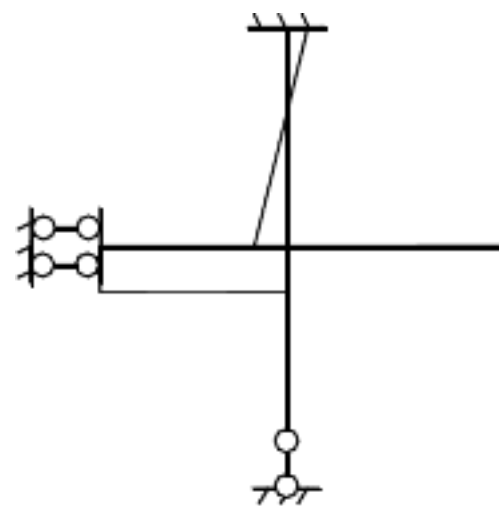


图 5

三、定性画出图 6~图 7 示结构的变形曲线。

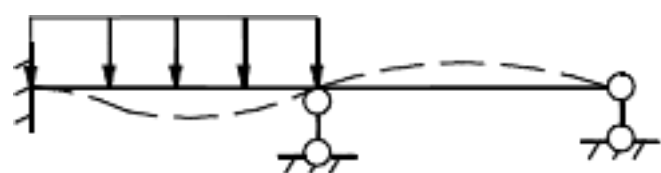


图 6

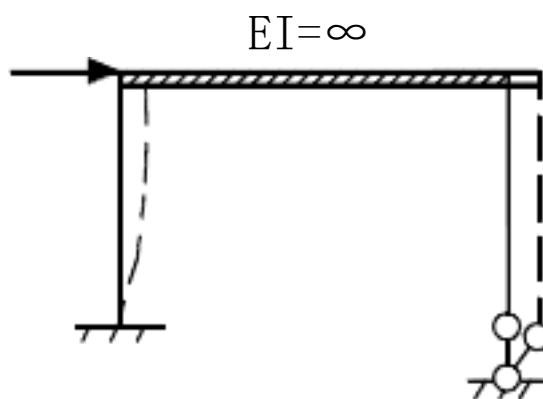
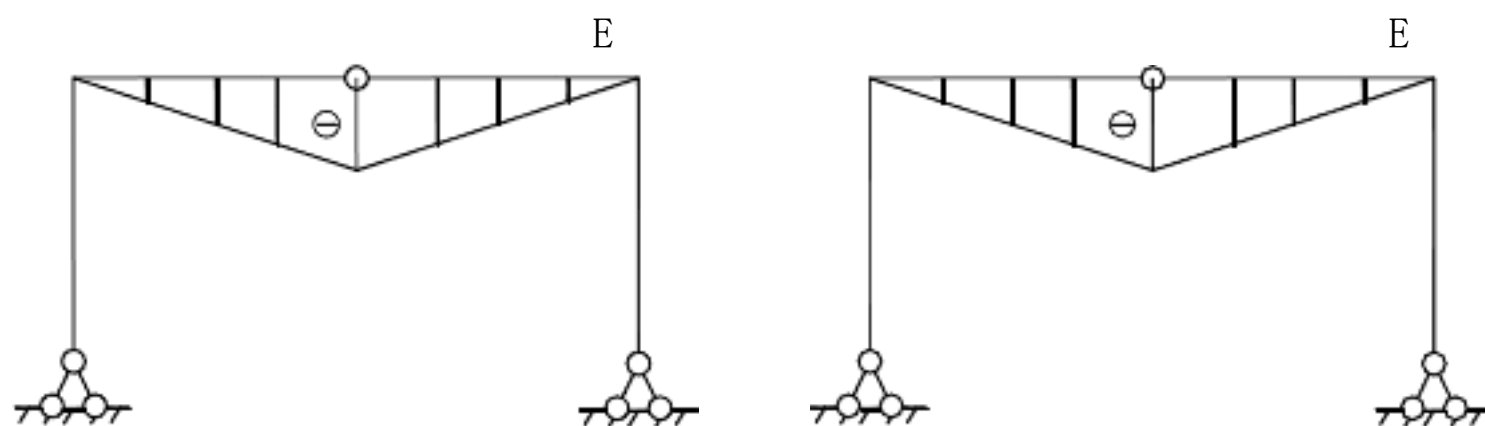


图 7

#### 四、计算题

1.

(1)



弯矩  $M_{DA}$  的影响线

剪力  $Q_{DA}$  的影响线

(2) 均布荷载布满 DE 跨时,  $M_{DA}$  取最大负值:

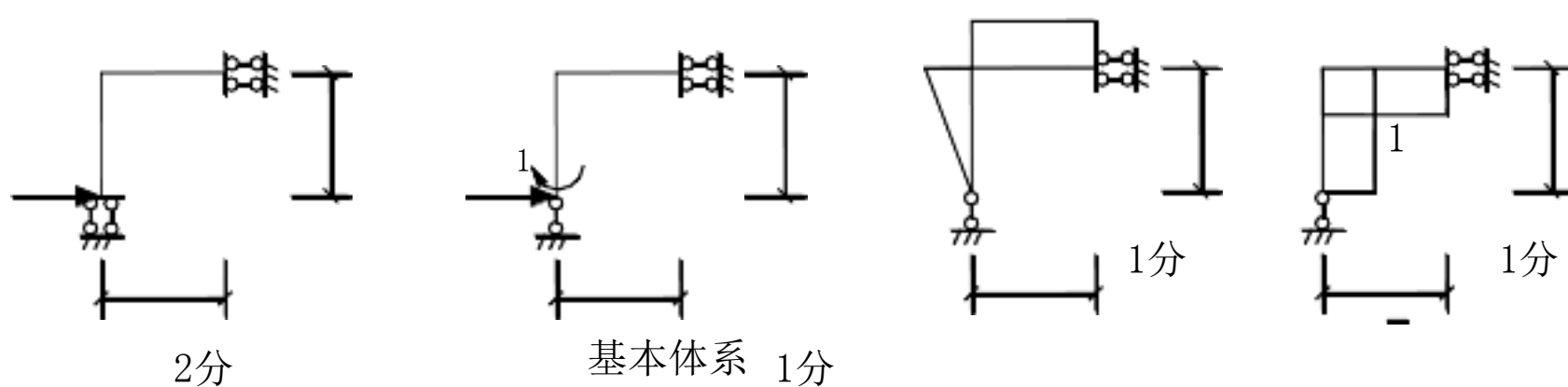
$$M_{DA} \Big|_{\text{最大负值}} = qA = -q \times \frac{1}{2} \times 2a \times 0.5a = -0.5qa^2$$

均布荷载布满 DE 段时,  $Q_{DA}$  取最大负值:

$$Q_{DA} \Big|_{\text{最大负值}} = qA = -q \times \frac{1}{2} \times 2a \times 0.5 = -0.5qa$$

2.

(1) 依据对称性可得下图, 并作荷载和单位荷载作用下的弯矩图:

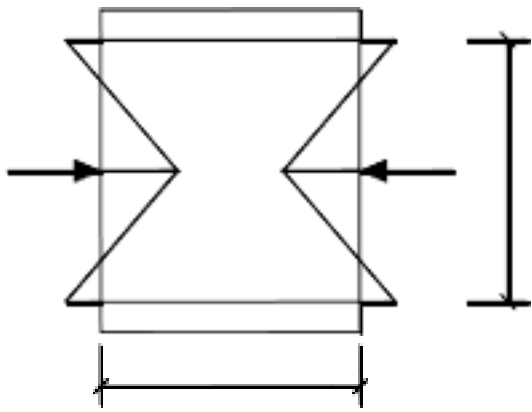


$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \left( 2 \times \frac{a}{2} \times 1 \times 1 \right) = \frac{a}{EI}$$

$$\Delta_{1P} = -\frac{1}{EI} \left( \frac{a}{2} \times \frac{Pa}{4} \times 1 + \frac{1}{2} \times \frac{a}{2} \times \frac{Pa}{4} \times 1 \right) = -\frac{3Pa^2}{16EI}$$

$$X_1 = -\frac{\Delta}{\delta_{11}} = \frac{3}{16} Pa$$



$$M = \bar{M}_1 X_1 + M_P$$

弯矩图:

(2) 根据变形协调, C 点转角相同。弯矩值的大小与转动刚度有关, 转动刚度大, 需要的转动弯矩大。因此, 当  $EI_1 \gg EI_2$  时的  $M_{CD}$  相对  $EI_1 = EI_2$  时的是变小; 反之, 当  $EI_1 \ll EI_2$  时的  $M_{CD}$  变大。

32. 合计 16 分

(1) 图示结构位移法的独立基本未知量为:  $\theta_B$ 、 $\Delta$  (竖向位移)

(2) 杆端弯矩表达式:

$$M_{AB} = 0 \quad M_{BA} = 3i\theta_B + 3i\frac{\Delta}{4}$$

$$M_{BC} = 4i\theta_B + 6i\frac{\Delta}{4} - \frac{1}{8} \times 8 \times 4 = 4i\theta_B + 6i\frac{\Delta}{4} - 4 \quad M_{CB} = 2i\theta_B + 6i\frac{\Delta}{4} + 4$$

$$M_{DB} = 0 \quad M_{BD} = 3i\theta_B - \frac{1}{8} \times 8 \times 4^2 = 3i\theta_B - 16$$

(3)

$$Q_{BA} = -\frac{M_{BA}}{4} = -\left(3i\frac{\theta_B}{4} + 3i\frac{\Delta}{16}\right)$$

$$Q_{BC} = -\frac{M_{BC} + M_{CB}}{4} + 4 = -\left(6i\frac{\theta_B}{4} + 12i\frac{\Delta}{16}\right) + 4$$

位移法基本方程为:

$$\sum M_B = 0: M_{BA} + M_{BC} + M_{BD} = 0$$

$$1.75EI\theta_B - \frac{3}{8}EI\Delta + 80 = 0$$

$$Q_{BA} - Q_{BC} = 0$$

$$3i\frac{\theta_B}{4} + 9i\frac{\Delta}{16} - 4 = 0$$

备注: 利用位移法基本体系计算时, 评分可参照上述标准。

4.

(1) 转动刚度:

$$S_{BA} = S_{BC} = S_{CB} = 4i \quad S_{CD} = 3i$$

分配系数:

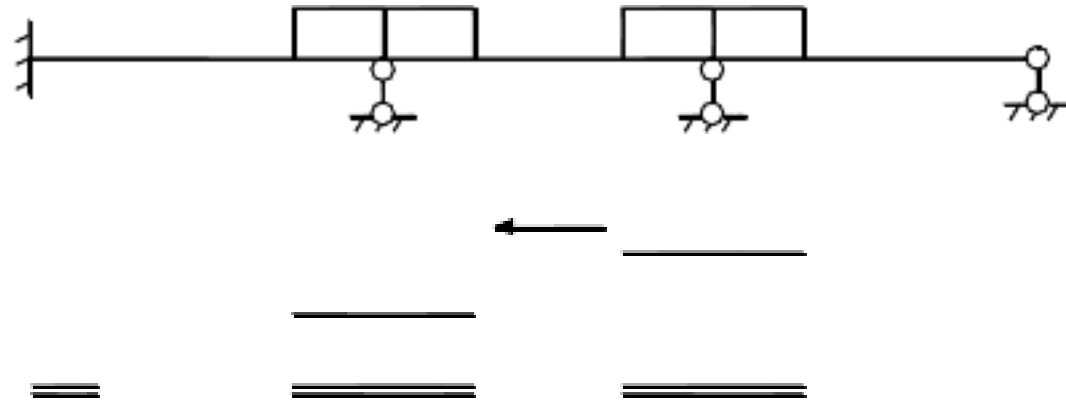
$$\mu_{BA} = \mu_{BC} = 0.5 \quad \mu_{CD} = 3/7 \quad \mu_{CB} = 4/7$$

固端弯矩:

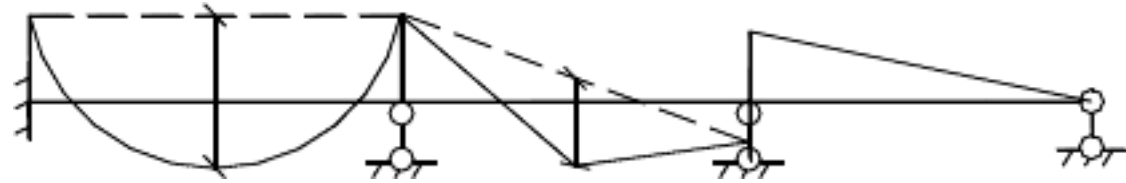
$$m_{BA} = -m_{AB} = \frac{1}{12} \times 6 \times 4^2 = 8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$m_{CB} = -m_{BC} = \frac{1}{8} \times 8 \times 4 = 4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

分配及传递过程:



弯矩图 (kN · m):



(2) 支座 C 的支座反力

$$Q_{CB} = -\frac{M_{CB} + M_{BC}}{4} + 4 = 7 \text{ kN}$$

$$Q_{CD} = -\frac{M_{CD}}{4} = 1.5 \text{ kN}$$

$$R_C = Q_{CD} - Q_{CB} = 1.5 - 7 = -5.5 \text{ (kN)} \downarrow$$

一、Translation (中文译成英文, 英文译成中文) (2分×5=10分)

1. 整体刚度矩阵      2. 柔度法      3. 强迫振动
4. coordinate transformation      5. harmonic load

二、简答题 (25分)

1. 判断图 1 结构动力自由度的个数, 忽略杆件的轴向变形, 除特殊注明外忽略分布质量。(6分)

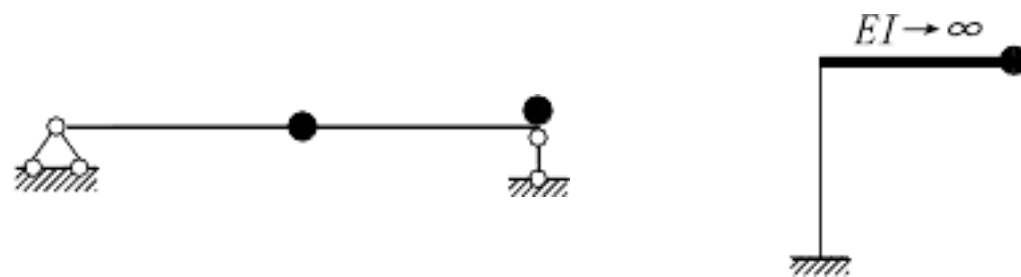


图 1

2. 定性画出图 2 结构的主振型形状。(8分)

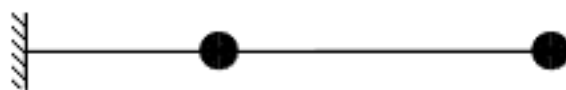


图 2

3. 写出图 3 单元在整体坐标系下的单元刚度矩阵, 忽略杆件的轴向变形。(6分)

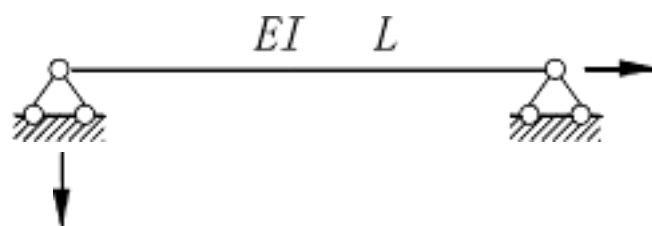


图 3

4. 定性分析图 4 (a) 和 (b) 结构的自振频率 $\omega$ 之间的关系,  $EI_1 = \text{常数}$ , 忽略杆件的轴向变形。(5分)

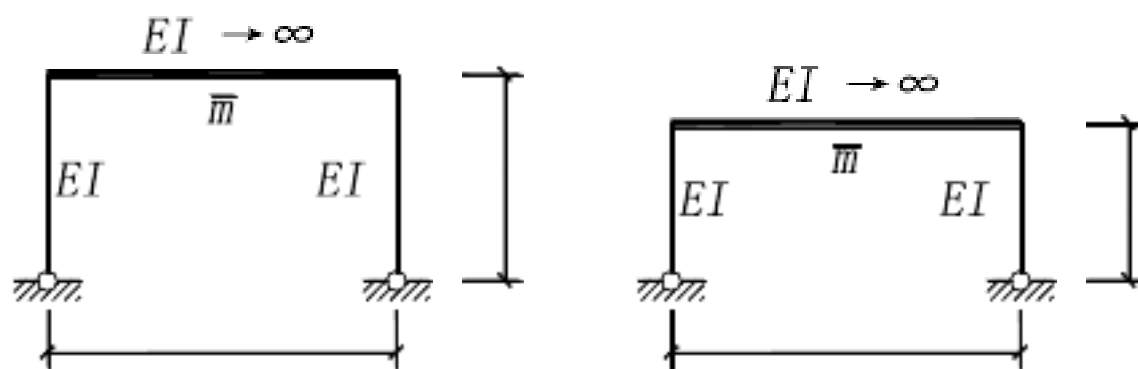


图 4

三、计算题 (65分)

1. 图 5 结构受到简谐荷载  $F(t) = F \sin \theta t$ , 其中  $\theta_2 = \frac{EI}{mb^3}$ .  $EI = \text{常数}$ , 忽略杆件的轴向变形。求: (1) 结构的自振频率; (7分);  
(2) 动力系数; (2分);

(3) B 截面处的最大弯矩  $M_B$  和最大竖向位移  $\Delta_{BV}$ 。(6 分)

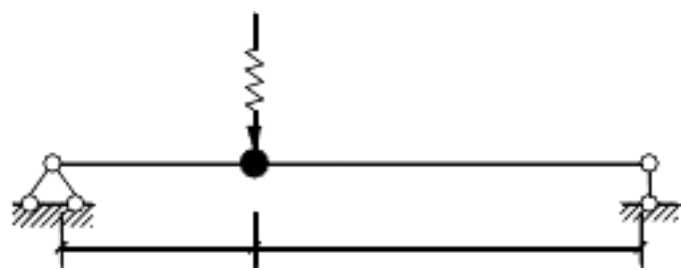


图 5

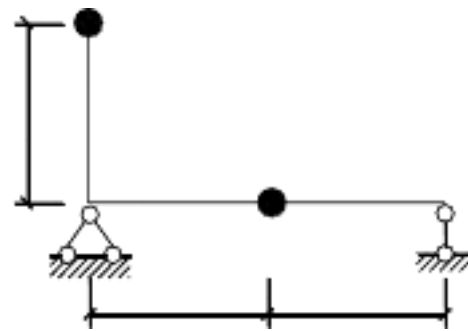


图 6

2. 图 6 结构质量忽略不计,  $EI=$ 常数。列出其振动频率方程 (15 分)。

3. 图 7 排架, 横梁  $EI=\infty$ , 质量  $m$  集中在横梁上。设柱顶产生初始侧移  $y_0=8\text{mm}$ , 此时突然释放, 排架自由振动。测得 2 个周期后柱顶的侧移为  $y_2=4\text{mm}$ 。求:

(1) 排架的阻尼比; (6 分)

(2) 振幅衰减到  $y_0$  的 5% 以下至少所需要的时间 (以整周期计)。(5 分)

(3) 求简谐荷载作用下, 发生共振时的动力系数和最大动力系数。(4 分)

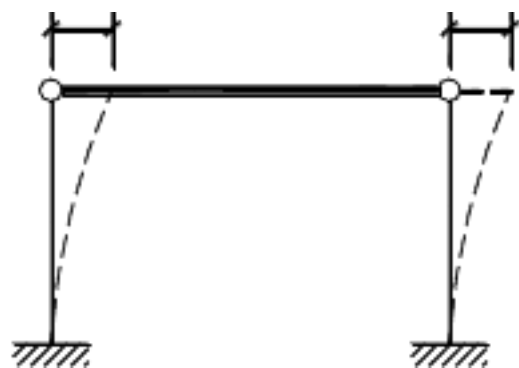


图 7

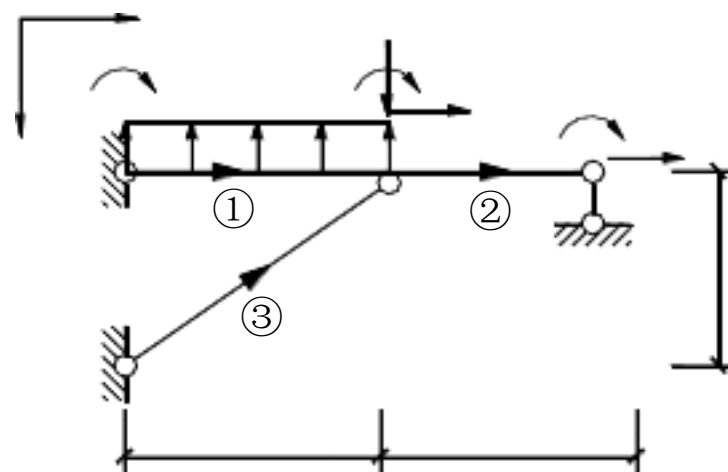


图 8

## 试题标准答案 课程名称 2008~2009 年度 本科结构力学下 (A 卷)

一、Translation (中文翻译英文, 英文翻译中文)

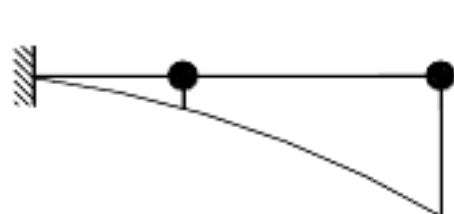
1. assembled stiffness matrix      2. flexibility method      3. forced vibration

4. 坐标转换      5. 简谐荷载

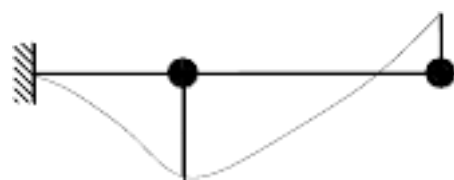
二、简答题

1. (1) 1 个;      (2) 2 个

2.



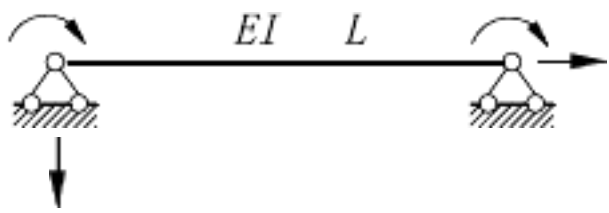
第一振型



第二振型

3.





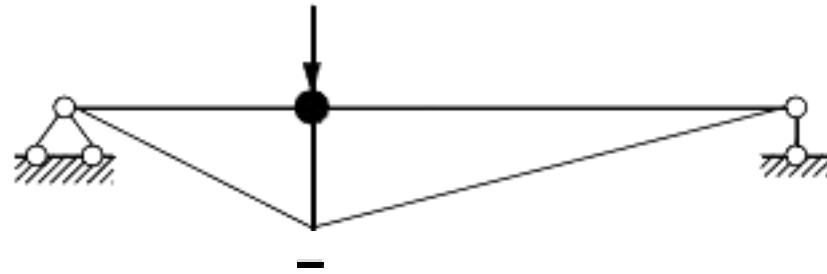
$$[K] = \begin{bmatrix} 4i & 2i \\ 2i & 4i \end{bmatrix} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$$

4.  $\omega_a < \omega_b$

理由：刚度比较： $k_a < k_b$  或柔度比较： $\delta_a > \delta_b$

### 三、计算题

1. (1) 单位荷载下的弯矩图：



$$\delta = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} \times b \times \frac{2b}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{2b}{3} + \frac{1}{2} \times 2b \times \frac{2b}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{2b}{3} \right) = \frac{4b^3}{9EI}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{m\delta}} = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{EI}{mb^3}}$$

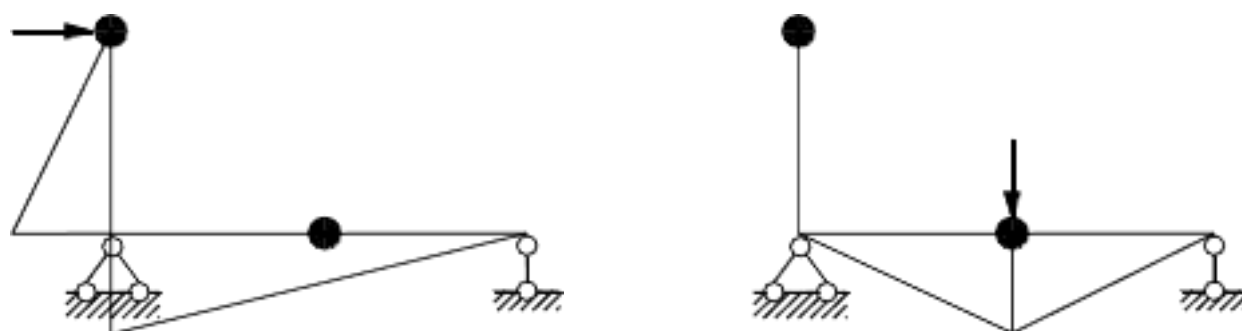
$$\beta = \frac{1}{1 - \frac{\theta_2}{\omega^2}} = \frac{1}{1 - 4/9} = 1.8$$

(2)

$$(3) M_{B_{\max}} = (\beta F + mg) \frac{2b}{3} = \frac{2}{3} b (1.8F + mg)$$

$$\Delta_{BH_{\max}} = (\beta F + mg) \delta = (1.8F + mg) \frac{4b^3}{9EI}$$

2. (1) 单位荷载下的弯矩图：



$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} \times b^2 \times \frac{2}{3} b + \frac{1}{2} \times 2b^2 \times \frac{2}{3} b \right) = \frac{b^3}{EI}$$

$$\delta_{22} = \frac{2}{EI} \left( \frac{1}{2} \times b \times \frac{b}{2} \times \frac{2}{3} \times \frac{b}{2} \right) = \frac{b^3}{6EI}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{EI} \frac{1}{2} \times 2b \times \frac{b}{2} \times \frac{b}{2} = \frac{b^3}{4EI}$$

$$\begin{vmatrix} m\delta_{11} - \frac{1}{\omega^2} & m\delta_{12} \\ m\delta_{21} & m\delta_{22} - \frac{1}{\omega^2} \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{vmatrix} \frac{mb^3}{EI} - \frac{1}{\omega^2} & \frac{mb^3}{2EI} \\ \frac{mb^3}{4EI} & \frac{mb^3}{3EI} - \frac{1}{\omega^2} \end{vmatrix} = 0$$

3. (1) 假定  $\xi < 0.2$ ,  $\xi = \frac{1}{2 \times 2\pi} \ln \frac{y_0}{y_n} = \frac{1}{2 \times 2\pi} \ln \frac{8}{4} = 0.055$

$\xi = 0.055 < 0$  符合基本假定。

(2)  $n = \frac{1}{2\pi\xi} \ln \frac{y_0}{y_n} \Rightarrow n = \frac{1}{2\pi \times 0.055} \ln \frac{8}{8 \times 0.05} = 8.67$

取  $n=9$ 。

(3) 动力系数:  $\beta = \frac{1}{2\xi} = \frac{1}{2 \times 0.055} = 9.09$

最大动力系数:  $\beta_{\max} = \frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}} = \frac{1}{2 \times 0.055\sqrt{1-0.055^2}} = 9.10$

4. (1) 6阶

(2)  $\{\lambda\}^{\text{①}} = \{0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4\}^T$

(3)  $k_{62}$  集合到整体刚度矩阵中在第六行第三列

(4)  $\sin \alpha = -0.6 \quad \cos \alpha = 0.8$

$$T = \begin{bmatrix} 0.8 & -0.6 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8 & -0.6 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0.8 \end{bmatrix} \quad \text{或} \quad T = \begin{bmatrix} 0.8 & -0.6 & 0 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.8 & -0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(5)  $\frac{1}{2} \times 12 \times 4 = 24 \quad \frac{1}{12} \times 12 \times 16 = 16$

$$\{\bar{F}_P\} = \{0 \ 24 \ 16 \ 0 \ 24 \ -16\}^T$$

$$\{P\}^{\text{①}} = \{0 \ 0 \ -16 \ 0 \ -24 \ 16\}^T$$

$$\{P\} = \{-16 \ 0 \ -24 \ 16 \ 0 \ 0\}^T$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/74600110222010050>