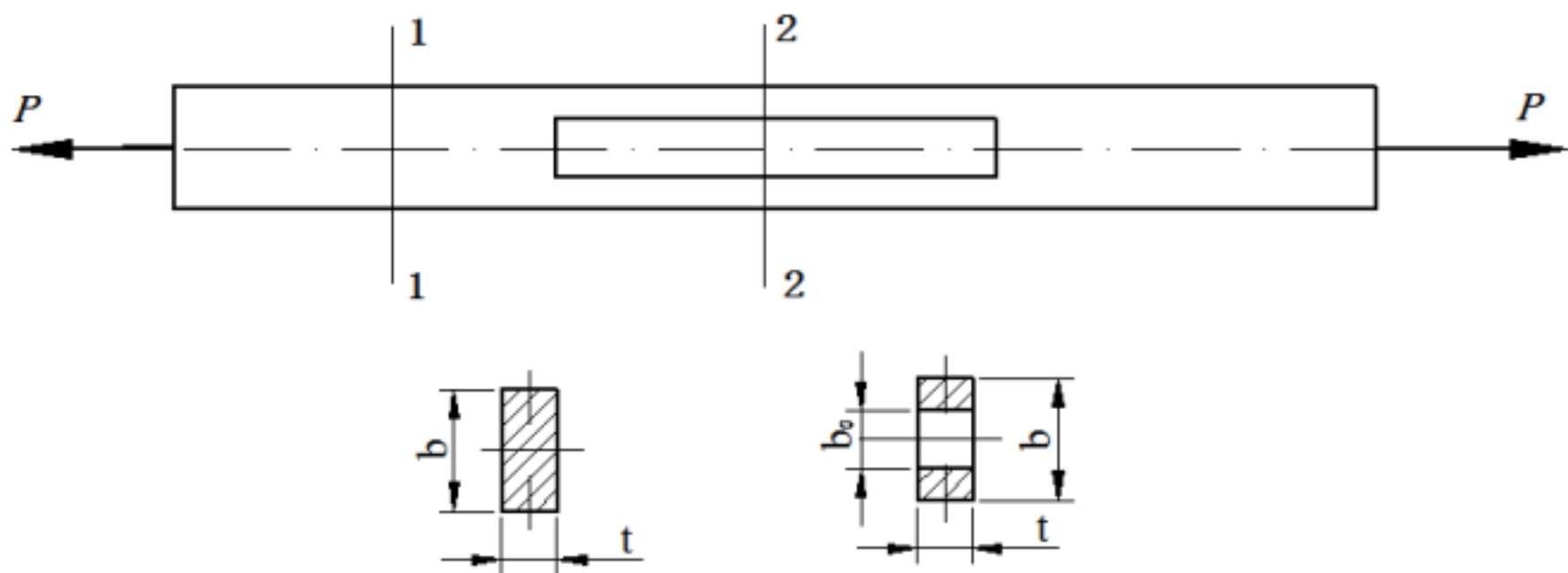


重庆大学材料力学答案

2.9 题图 2.9 所示中段开槽的杆件，两端受轴向载荷  $P$  的作用，试计算截面 1-1 和 2-2 上的应力。已知：  $P = 140\text{kN}$ ， $b = 200\text{mm}$ ， $b_0 = 100\text{mm}$ ， $t = 4\text{mm}$ 。



题图 2.9

解：(1) 计算杆的轴力

$$N_1 = N_2 = P = 140 \text{ kN}$$

(2) 计算横截面的面积

$$A_1 = b \times t = 200 \times 4 = 800 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = (b - b_0) \times t = (200 - 100) \times 4 = 400 \text{ mm}^2$$

(3) 计算正应力

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{140 \times 1000}{800} = 175 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{140 \times 1000}{400} = 350 \text{ MPa}$$

(注：本题的目的是说明在一段轴力相同的杆件内，横截面面积小的截面为该段的危险截面)

2.10 横截面面积  $A = 2\text{cm}^2$  的杆受轴向拉伸，力  $P = 10\text{kN}$ ，求其法线与轴向成  $30^\circ$  的及  $45^\circ</$

$$\tau_{30^\circ} = \frac{\sigma}{2} \sin(2 \times 30^\circ) = \frac{50}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 21.6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{45^\circ} = \sigma \cos^2 45^\circ = 50 \times \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = 25 \text{ MPa}$$

$$\tau_{45^\circ} = \frac{\sigma}{2} \sin(2 \times 45^\circ) = \frac{50}{2} \times 1 = 25 \text{ MPa}$$

(4)  $\tau_{\max}$  发生的截面

$$\frac{d\tau_\alpha}{d\alpha} = \sigma \cos 2\alpha = 0 \text{ 取得极值}$$

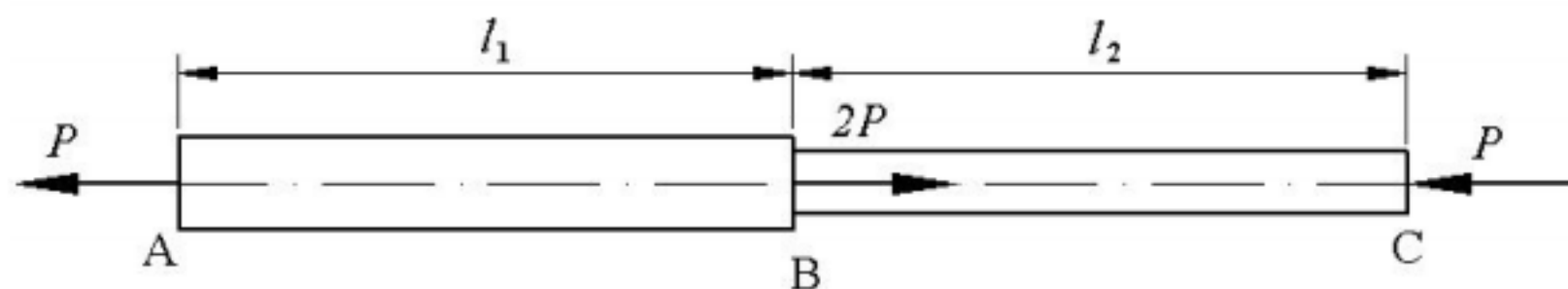
$$\cos 2\alpha = 0$$

$$\text{因此：} 2\alpha = \frac{\pi}{2}, \quad \alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

故： $\tau_{\max}$  发生在其法线与轴向成  $45^\circ$  的截面上。

(注：本题的结果告诉我们，如果拉压杆处横截面的正应力，就可以计算该处任意方向截面的正应力和剪应力。对于拉压杆而言，最大剪应力发生在其法线与轴向成  $45^\circ$  的截面上，最大正应力发生在横截面上，横截面上剪应力为零)

2.17 题图 2.17 所示阶梯直杆 AC， $P=10\text{kN}$ ， $l_1=l_2=400\text{mm}$ ， $A_1=2A_2=100\text{mm}^2$ ， $E=200\text{GPa}$ 。试计算杆 AC 的轴向变形  $\Delta l$ 。



题图 2.17

解：(1) 计算直杆各段的轴力及画轴力图

</

(2) 计算直杆各段的轴向变形

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1} = \frac{10 \times 1000 \times 400}{200 \times 1000 \times 100} = 0.2 \text{ mm} \quad (\text{伸长})$$

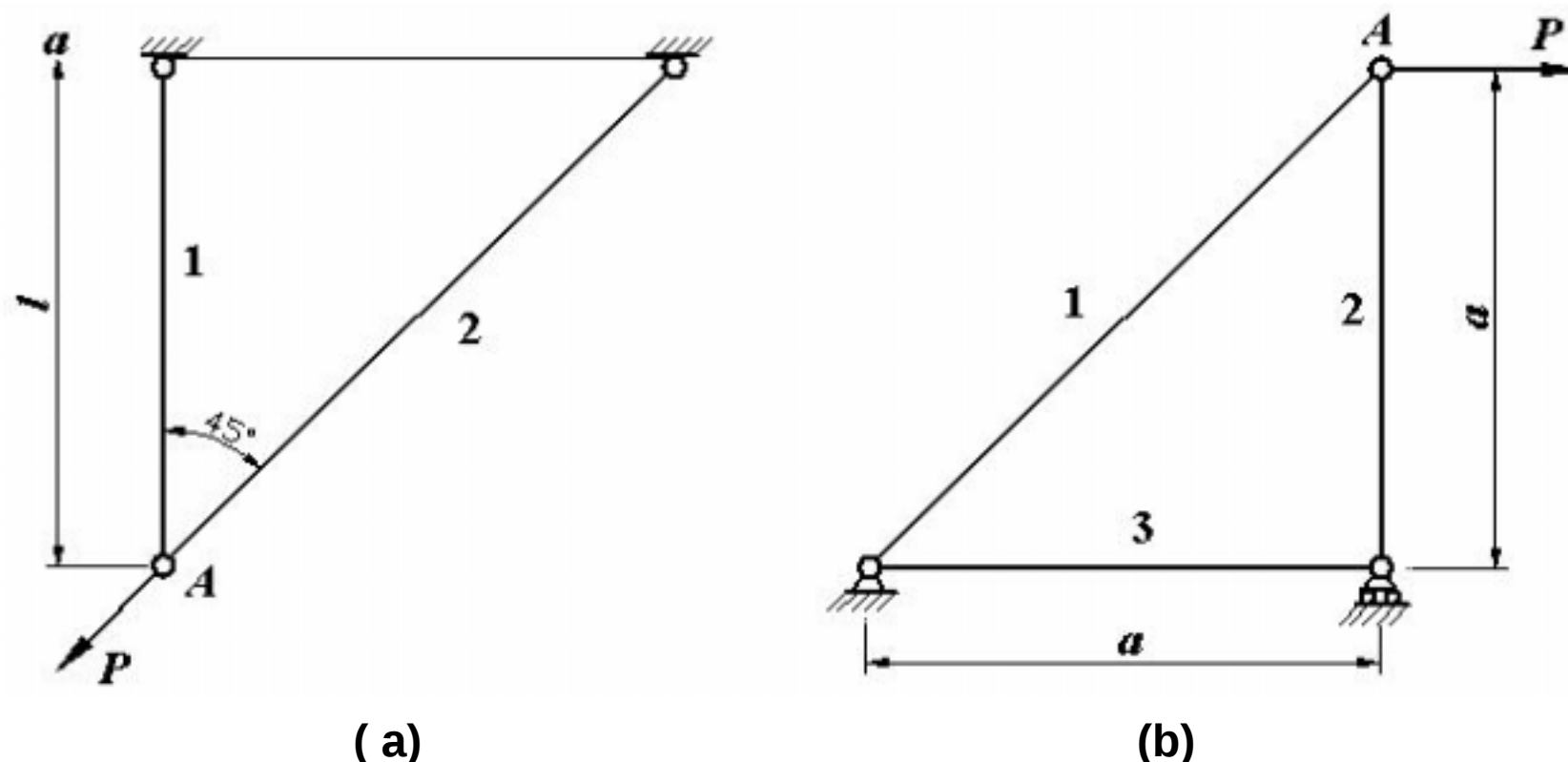
$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2} = \frac{-10 \times 1000 \times 400}{200 \times 1000 \times 50} = -0.4 \text{ mm} \quad (\text{缩短})$$

(3) 直杆 AC 的轴向变形

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = -0.2 \text{ mm} \quad (\text{缩短})$$

(注：本题的结果告诉我们，直杆总的轴向变形等于各段轴向变形的代数和)

2.20 题图 2.20 所示结构，各杆抗拉（压）刚度 EA 相同，试求节点 A 的水平 and 垂直位移。



题图 2.20

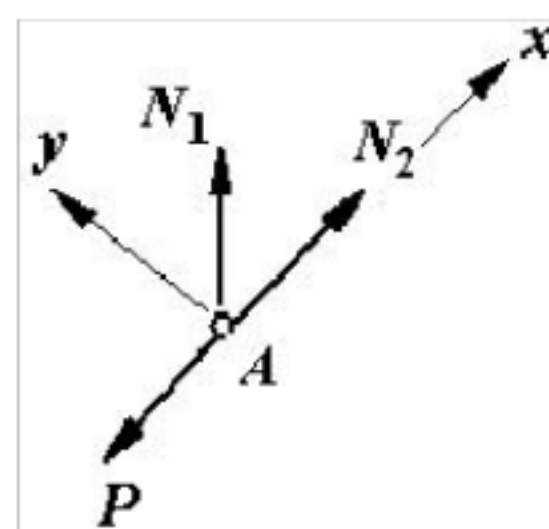
(a) 解：

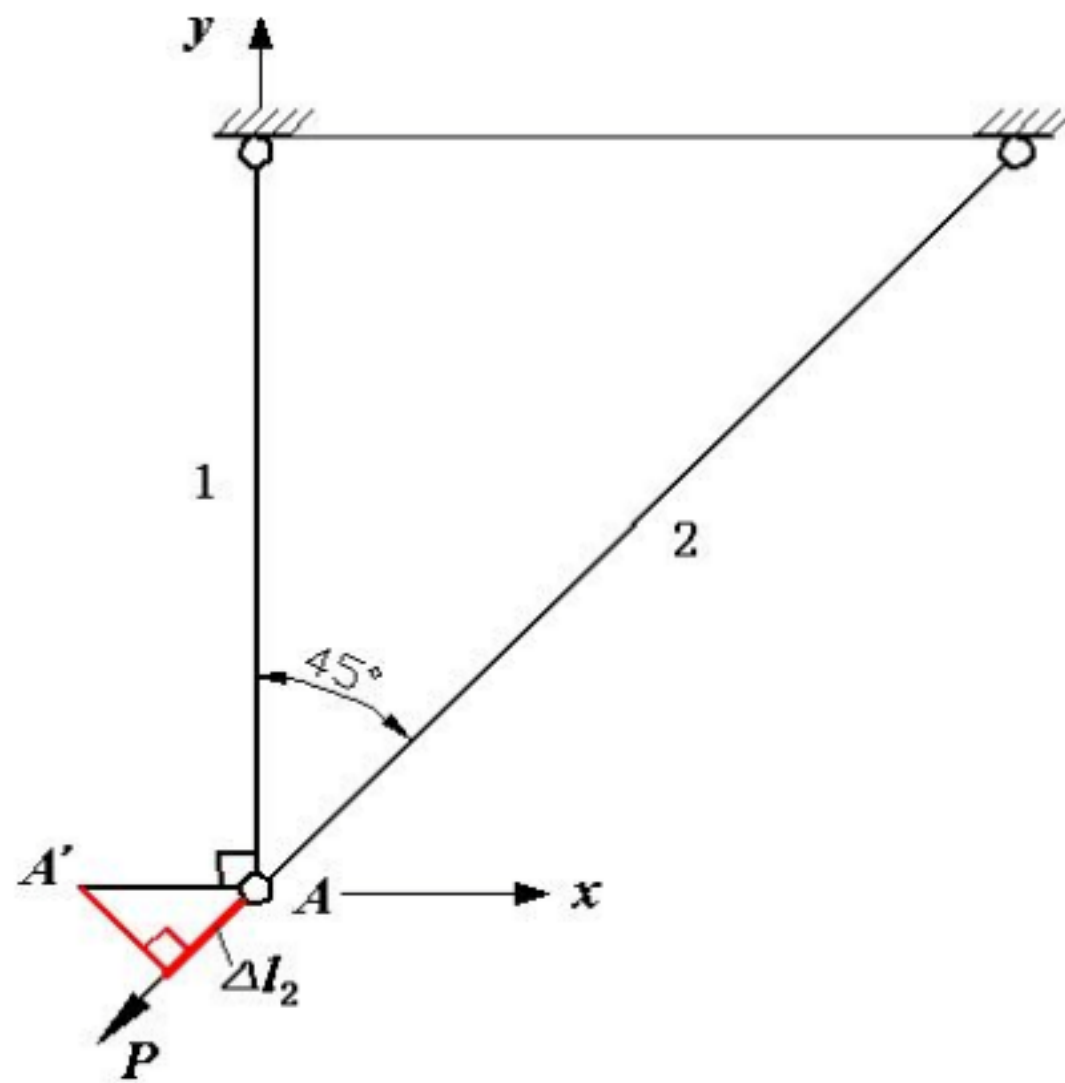
(1) 计算各杆的轴力

以 A 点为研究对象，如右图所示，由平衡方程可得

$$\sum X = 0, N_2 = P \quad (\text{拉})$$

$$\sum Y = 0, N_1 = 0$$





以切线代弧线，A 点的位移为：

$$\Delta x_A = \frac{\Delta l_2}{\cos 45^\circ} = \frac{2Pl}{EA}$$

$$\Delta y_A = 0$$

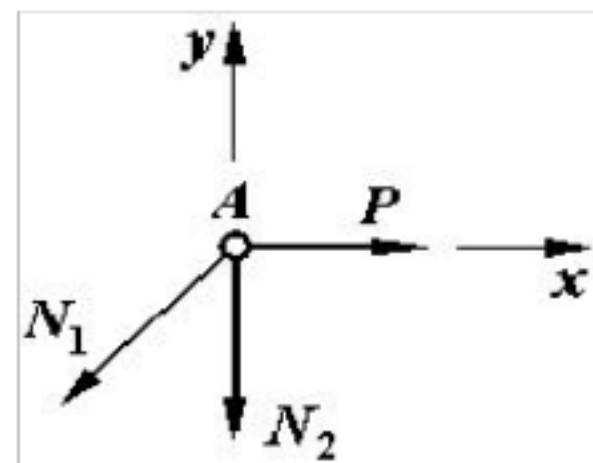
(b) 解：

(1) 计算各杆的轴力

以 A 点为研究对象，如右图所示，由平衡方程可得

$$\sum X = 0, N_1 = \sqrt{2}P \quad (\text{拉})$$

$$\sum Y = 0, N_2 = -P \quad (\text{压})$$



(2) 计算各杆的变形

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA} = \frac{\sqrt{2}P \times \sqrt{2}a}{EA} = \frac{2Pa}{EA} \quad (\text{伸长})$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA} = \frac{P \times a}{EA} = \frac{Pa}{EA} \quad (\text{缩短})$$

(3) 计算 A 点位移























































































































