

北京航空航天大学

2016—2017 学年 第一学期期末

《工 程 力 学》

考 试 A 卷

班 级 _____ 学 号 _____

姓 名 _____ 成 绩 _____

2017 年 1 月 14 日

《工程力学》期末考试试卷

一、单项选择题（每题 3 分，共 15 分）

1. 壁厚均匀的圆钢管受轴向拉伸载荷作用时，其横截面 B。

A. 内壁半径增加，外壁半径减小

B. 内外壁半径均减小

C. 内外壁半径均增加

D. 内壁半径减小，外壁半径增加

2. 中性轴是梁的 B 的交线。

A. 纵向对称面与横截面

B. 横截面与中性层

C. 纵向对称面与中性层

D. 横截面与顶面

3. 关于应力与内力讨论，表述正确的是 D。

A. 内力与应力无关

B. 内力是应力的代数和

C. 应力是内力的平均值

D. 应力是内力的分布集度

4. 对于拉压等直杆横截面正应力公式 $\sigma = F_N / A$ 的适用条件（ F_N ， A 分别为轴力和杆横截面积），

说法 E 是正确的。

A. 应力必须在材料的比例极限范围内

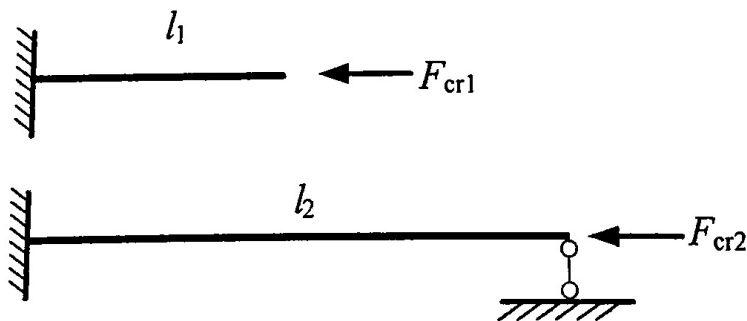
B. 必须是实心体

C. 必须是圆杆

D. 外力沿杆轴线必须为常数

E. 外力合力作用线必须沿杆轴线

5. 图示两细长杆材料和横截面相同， $l_2 = 2l_1$ ，关于两杆面内失稳时的临界载荷，说法正确的是 B。



题一 5 图

A. 1 杆的临界载荷 F_{cr1} 大

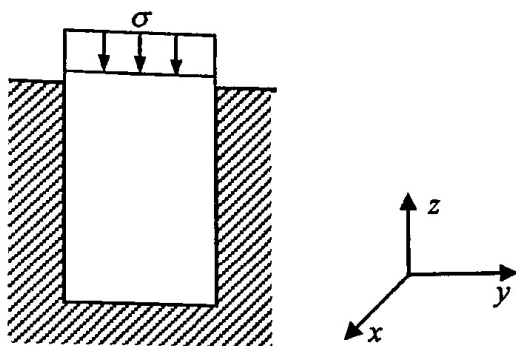
B. 2 杆的临界载荷 F_{cr2} 大

C. 两杆临界载荷一样大

D. 无法判断

二、填空题（每空 1 分，共 15 分）

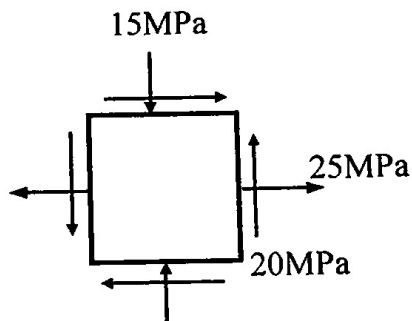
1. 图示正方形棱柱体在刚性方模中受压，材料泊松比 $\mu=0.3$ ，弹性模量 $E=70\text{GPa}$ ，在铝块上表面作用大小为 100MPa 的均布压力，则铝块中任意微体的 $\sigma_x=$ -42.8MPa ， $\sigma_{r3}=$ 57.2MPa ， $\varepsilon_z=$ -1.06×10^{-3} 。



题二 1 图

2. 载荷集度为大于零的常数的梁段弯矩图为 凹曲 线，剪力图为 直 线。（填“直线”、“凹曲线”、“凸曲线”）

3. 图示平面应力单元体的三个主应力 $\sigma_1=$ $5+20\sqrt{2}$ ， $\sigma_2=$ 0 ， $\sigma_3=$ $5-20\sqrt{2}$ ，最大切应 $\tau_{\max}=$ $20\sqrt{2}$ 。

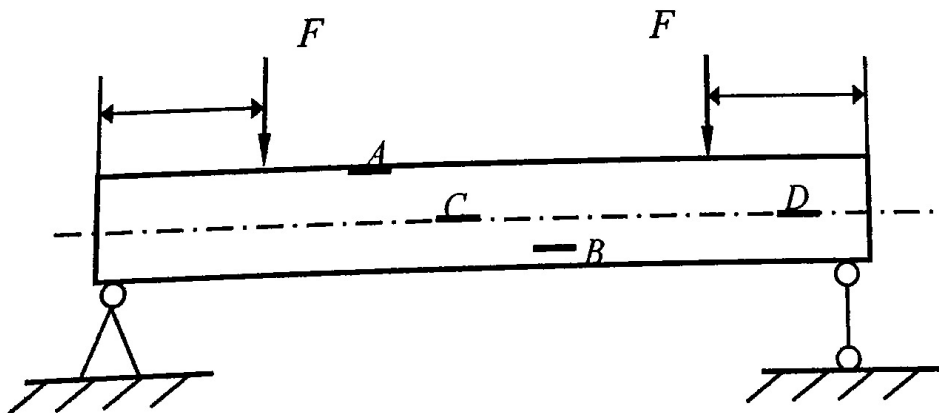


题二 3 图

4. 第一强度理论的适用范围：脆性材料（填“脆性材料”或“塑性材料”），又称作 最大拉应力 理论。

5. 计算梁位移的积分法中，梁截面的已知位移条件或约束条件称为梁位移的 边界条件。

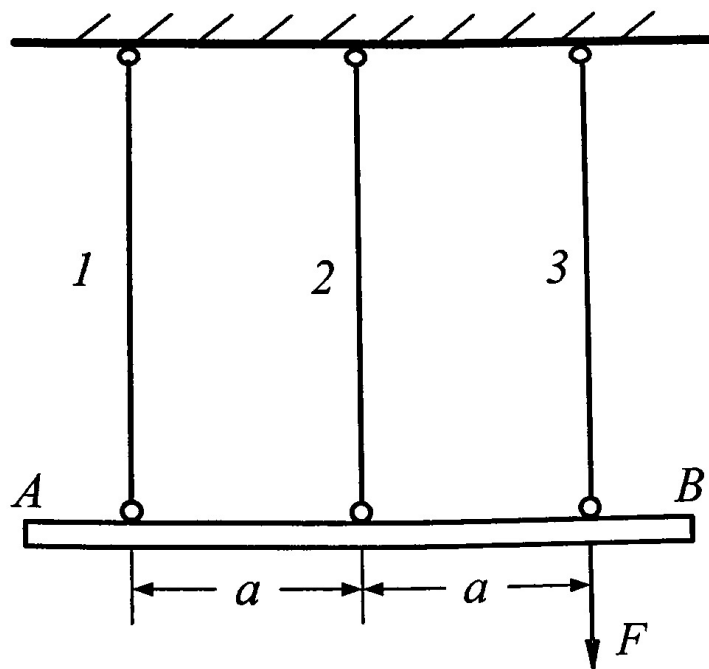
6. 图示矩形截面梁的 A、B、C、D 四点中，单向应力状态的点是 A，纯剪应力状态的点是 D，在任何截面上应力均为零的点是 C，其中，A 位于上表面，C、D 位于中性轴上。



题二 6 图

三、计算题（5道小题，每题15分，共75分）

1. 图示三铅垂杆与刚性横梁铰接，三铅垂杆拉压刚度均为 EA ；承受铅垂载荷 F ，求各杆内力。



题三 1 图

解：

$$F_1 + F_2 + F_3 = F \quad (8 \text{ 分})$$

$$F_1 \cdot 2a + F_2 \cdot a = 0$$

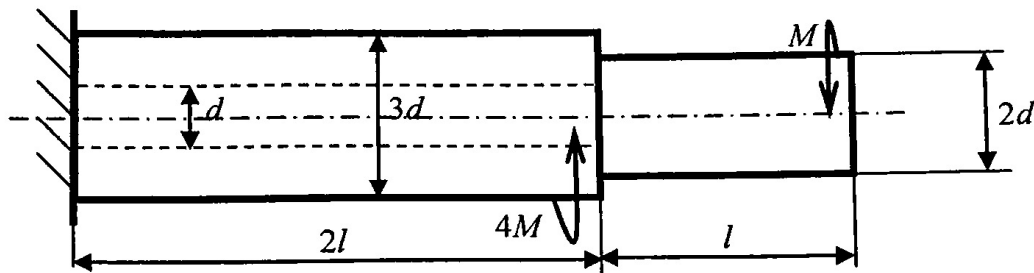
$$\Delta l_2 = (\Delta l_1 + \Delta l_3)/2 \quad (4 \text{ 分})$$

$$F_2 = (F_1 + F_3)/2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$F_1 = -F/6, \quad F_2 = F/3, \quad F_3 = 5F/6 \quad (6 \text{ 分})$$

2. 阶梯圆轴受力如图所示。已知材料的切变模量为 G ，试求：

- (1) 轴的最大剪应力；
- (2) 最大单位长度扭转角；
- (3) 总扭转角。



题三 2 图

解：

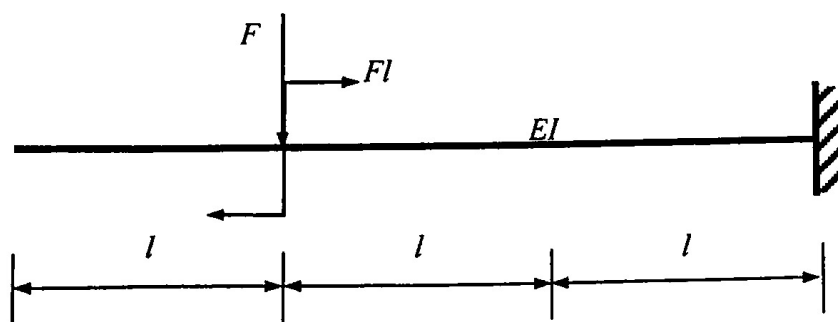
$$T_1 = -3M, \quad T_2 = M \quad (2 \text{ 分})$$

$$\tau_{\max 1} = \frac{9M}{5\pi d^3}, \quad \tau_{\max 2} = \frac{2M}{\pi d^3}, \quad \tau_{\max} = \frac{2M}{\pi d^3} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\varphi = -\frac{2Ml}{5\pi d^4} \quad (5 \text{ 分})$$

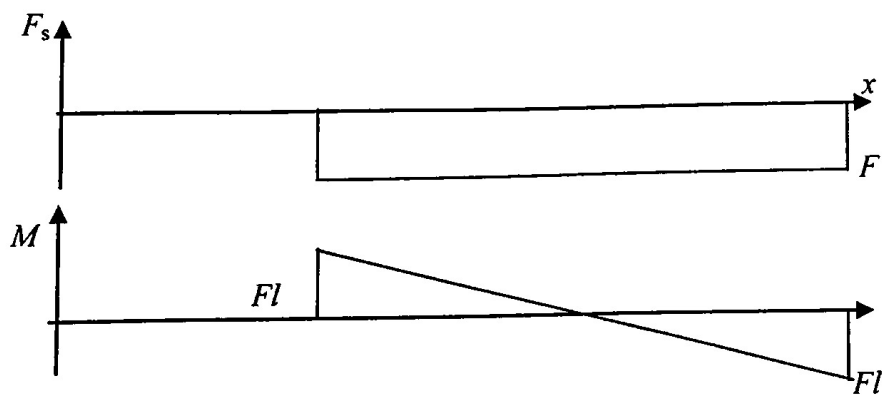
$$\theta_{\max 1} = -\frac{6M}{5G\pi d^4}, \quad \theta_{\max 2} = \frac{2M}{G\pi d^4}, \quad \theta_{\max} = \frac{2M}{G\pi d^4} \quad (4 \text{ 分})$$

3. 画图示梁的剪力弯矩图。

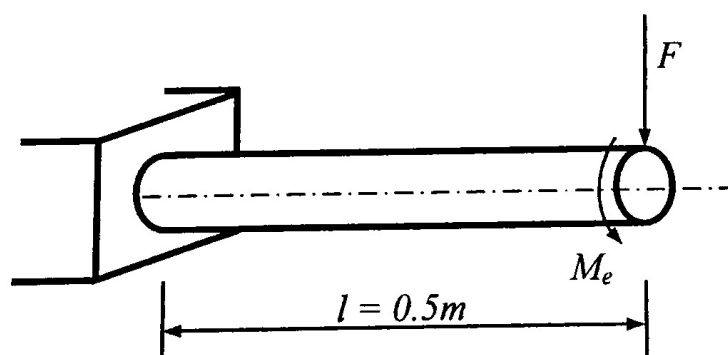


题三 3 图

解:



4. 圆钢杆受力如图, 已知轴为钢材, $[\sigma] = 110\text{MPa}$, $F=6\text{kN}$, 扭力矩 $M_e=3\text{kN} \cdot \text{m}$, 用第三强度理论求最小轴径 d 。

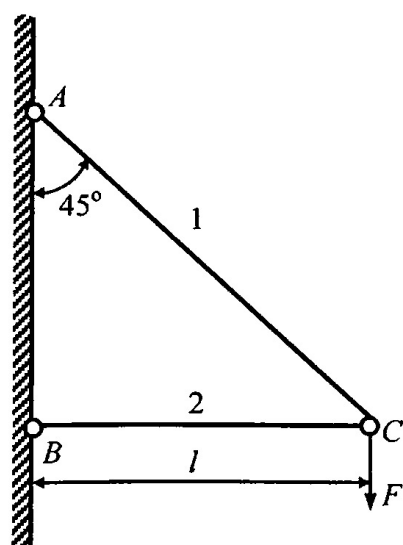


题三 4 图

$$\text{解: } \sigma_{r,3} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi}{32}d^3} \leq [\sigma] \quad (10 \text{ 分})$$

$$d^3 \geq \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi}{32}[\sigma]}, \quad d \geq 73.3\text{mm} \quad (5 \text{ 分})$$

5. 图示桁架，各杆材料相同，许用应力 $[\sigma]=200\text{MPa}$ ，弹性模量 $E=70\text{GPa}$ ， $\lambda_p=50$ 。AC 杆的直径为 $d_1=15\text{mm}$ ，BC 杆的直径为 $d_2=40\text{mm}$ ，BC 杆的长度为 $l=1000\text{mm}$ 。考虑稳定安全系数 $n_{st}=3$ ，试确定结构的许用载荷 $[F]$ 。



题三 5 图

解:

$$F_{AC} = \sqrt{2}F(\text{拉}) \quad F_{BC} = F(\text{压})$$

$$AC: \sigma_{AC} = \frac{F_{AC}}{A_1} = \frac{4\sqrt{2}F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]$$

$$[F_1] = \frac{\pi d_1^2 [\sigma]}{4\sqrt{2}} \approx 25\text{kN}$$

$$BC: \mu = 1 \quad i = \sqrt{\frac{i}{A}} = 10$$

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = 100 > \lambda_p \quad \text{是大柔度杆。}$$

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

$$[F_2] = \frac{F_{cr}}{n_{st}} = \frac{\pi^2 EI}{3l^2} \approx 29\text{kN}$$

$$\therefore [F] = \min \{ [F_1], [F_2] \} = 25\text{kN}$$