

工程力学I 2006~2007 年第 2 学期补考试题

(考试形式：一张 A4 纸开卷)

院(系)别 _____ 班 级 _____
姓 名 _____ 学 号 _____

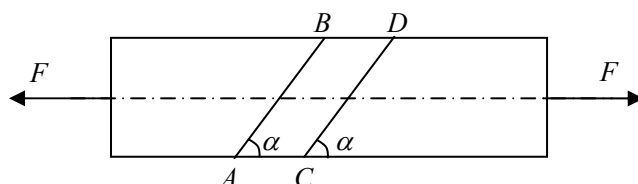
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

一、是非题(每题 1 分, 共 10 分。在括号中: 正确划√, 错误划×)

- 1) 力对点之矩与矩心位置无关, 力偶对点之矩与矩心位置有关。 (F)
- 2) 二力构件的约束反力必沿两约束点的连线方向。 (T)
- 3) 作用于任意物体上的两个力平衡的充分必要条件是二力大小相等, 方向相反, 且沿同一直线。 (F)
- 4) 与截面垂直的应力称为正应力, 与截面相切的应力称为切应力。 (T)
- 5) 在低碳钢拉伸实验中, 45 度方向的滑移线是由切应力引起的。 (T)
- 6) 利用截面法求杆件某截面上内力时, 任取截面一侧的杆件部分作研究对象, 所得结果一样。 (T)
- 7) 在单元体的主平面上切应力一定等于零, 正应力一定不等于零。 (F)
- 8) 作用在梁上的顺时针转动的弯矩即为正, 反之为负。 (F)
- 9) 挤压应力的计算面积是实际挤压面在垂直挤压力方向上的投影。 (T)
- 10) 受单向拉伸的直杆内的任一点只有正应力, 没有切应力。 (F)

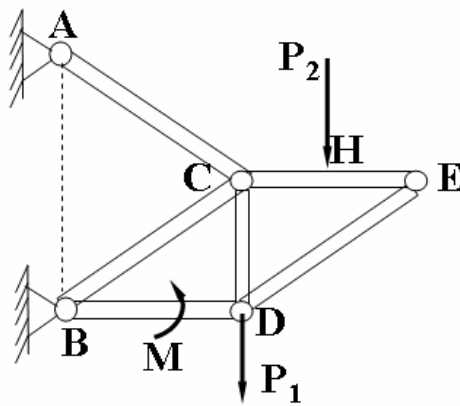
二、单选题(每题 2 分, 共 14 分。将正确答案 ABCD 中的一个写在括号内)

1. 如图所示平板, 两端受轴向拉力作用, 若在变形前在板面上画两条平行线 AB 和 CD , 与轴线的夹角为 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$), 则变形后 (A)



- (A) $AB \parallel CD$, α 减小; (B) $AB \parallel CD$, α 增大;
(C) $AB \parallel CD$, α 不变; (D) AB 不平行于 CD 。

2. 下图所示的结构中含有 (C) 个二力构件。



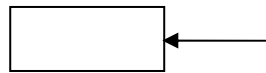
(A) 2

(B) 3

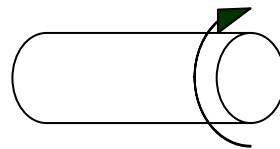
(C) 4

(D) 5

3. 下面标注的内力中, 符号为正的是 (C)



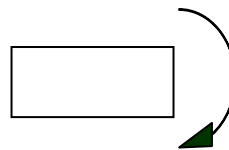
(A)



(B)

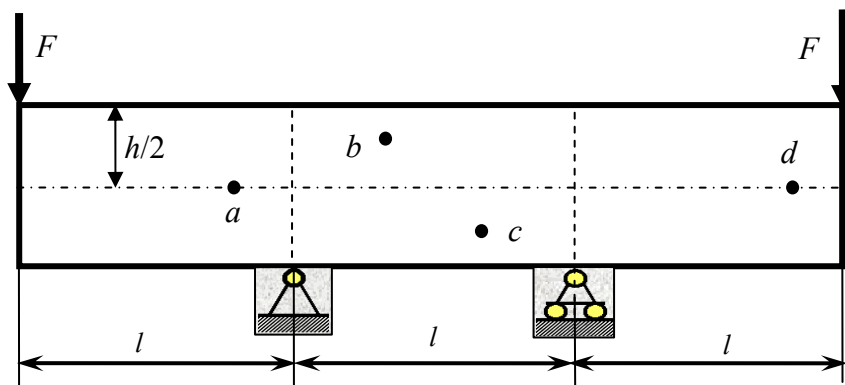


(C)



(D)

4. 图示结构中, 梁的截面是边长为 h 的正方形, 在横向力引起的切应力不能忽略的情况下, a 、 b 、 c 、 d 四个点 (其中 a 、 d 两个点在中性层上) 中应力状态为单向应力状态的有 (B)。



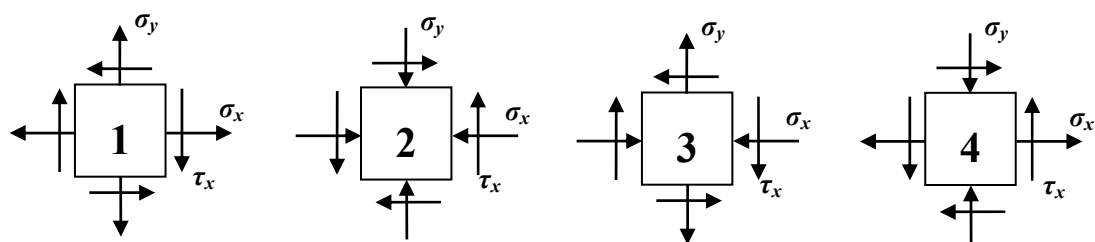
(A) a 和 b

(B) b 和 c

(C) c 和 d

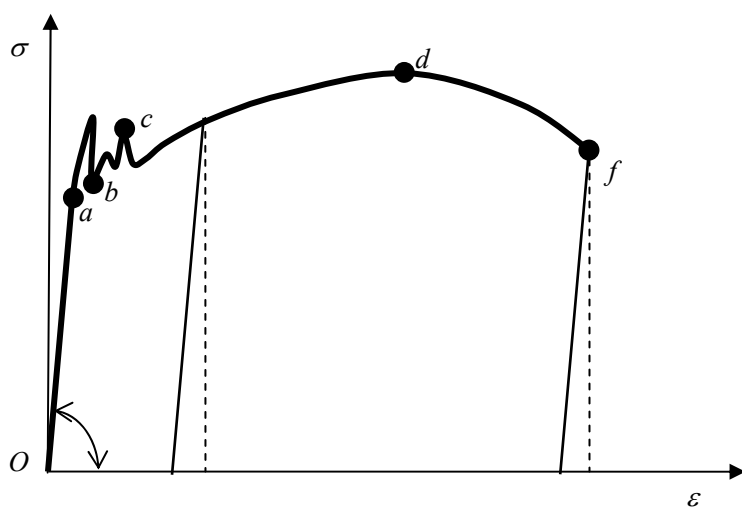
(D) a 和 d

5. 如下图所示 4 个单元体，已知 $\sigma_y = \sigma_x = \tau_x = 500\text{MPa}$ ，其中纯剪应力状态的是（ B ）



- (A) 1 和 2 (B) 3 和 4 (C) 1 和 3 (D) 4 个都是

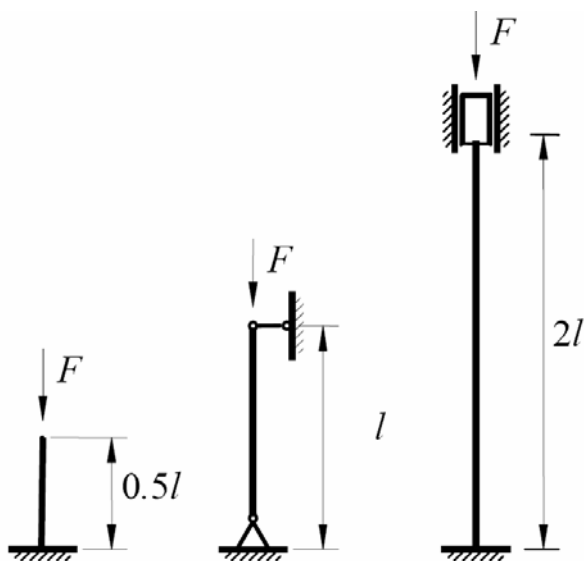
6. 低碳钢拉伸的过程，大致分为四个阶段，如图所示，强度极限对应的点是（ D ）。



- (A) a 点 (B) b 点 (C) c 点 (D) d 点

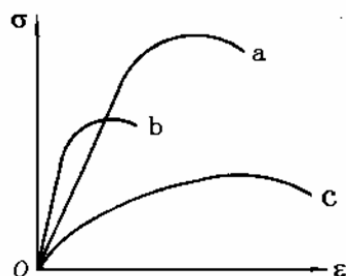
7. 图示三根压杆，横截面面积及材料各不相同，但它们的（ B ）相同。

- (A) 长度因数； (B) 相当长度； (C) 柔度； (D) 临界压力。

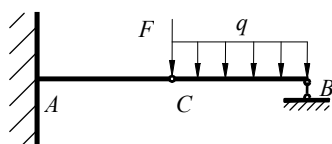


三、填空题（每空 2 分，共 20 分）

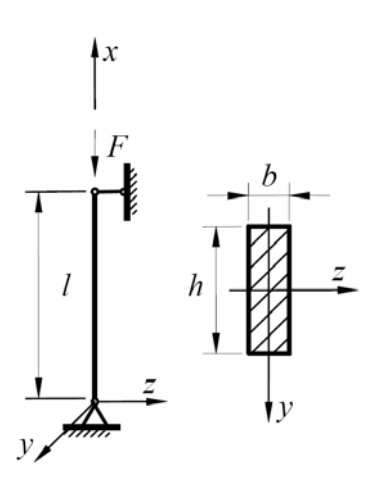
1. 工程设计的任务之一就是保证构件在确定的外力作用下正常工作而不失效：即保证构件具有足够的_____强度_____、刚度和_____稳定性_____。
2. 材料力学的基本假设是连续性假设、_____均匀性假设_____和_____各向同性假设_____。
3. 在低碳钢拉伸实验的过程中，材料经历了线性阶段、_____屈服阶段_____、硬化阶段和_____缩颈阶段_____。
4. 某轴的转速为 10 转/秒，传递的功率为 600 瓦特，该轴所承受的扭矩是 9.549Nm。
4. 三种材料 a 、 b 、 c 的应力-应变曲线分别如图所示，其中强度最大的是 a，刚度最大的是 b。



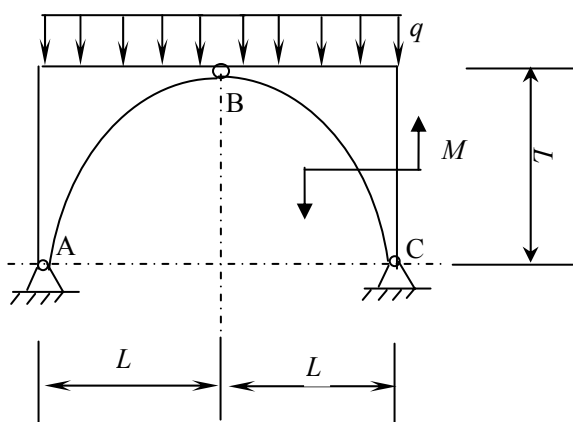
3. 如下图所示梁，C 点为铰链连接，用积分法求下的挠曲轴方程时，确定积分常数需要 4 个条件，除 $y_c^+ = y_c^-$, $y_A = 0$ 外，另外两个条件是 $\theta_A = 0$ ， $y_B = 0$ 。



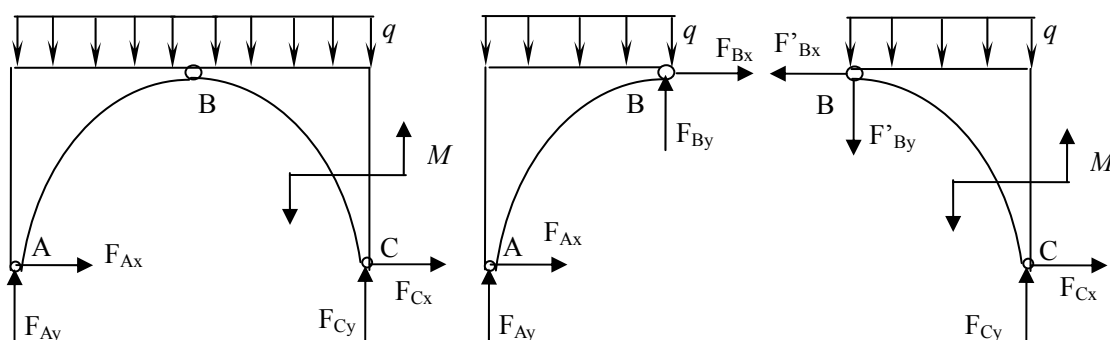
6. 图示两端铰支压杆，材料弹性模量为 E ，杆长为 l ，截面形状为矩形，并且 $b < h$ ，如果该杆为大柔度杆，那么该压杆的临界应力 $\sigma_{cr} = \underline{\frac{\pi^2 E b^2}{12 l^2}}$ 。（用符号表示）



四、三铰拱尺寸如图，A、B、C 三点为铰链连接。已知：分布载荷 $q = 1\text{kN/m}$ ，力偶矩 $M = 2\text{kNm}$ ， $L=1\text{m}$ ，不计拱自重。（1）试画出整体受力图、AB 受力图和 BC 的受力图；（2）试求 A、C 两点的约束反力及 B 点的内力。（14 分）



解：（1）整体受力图、AB 受力图和 BC 的受力图如下图：



（2）求 A、C 两点的约束反力及 B 点的内力

研究对象：整体

$$\begin{aligned}\sum m_A=0: & F_{Cy} \cdot 2L + M - q \cdot 2L \cdot L = 0 \\ & F_{Cy} = q \cdot L - M / (2L) = 1 \cdot 1 - 2 / (2 \cdot 1) = 0 \text{ kN} \\ \sum m_C=0: & M - F_{Ay} \cdot 2L + q \cdot 2L \cdot L = 0 \\ & F_{Ay} = q \cdot L + M / (2L) = 1 \cdot 1 + 2 / (2 \cdot 1) = 2 \text{ kN}\end{aligned}$$

研究对象：AB 杆

$$\begin{aligned}\sum m_B=0: & F_{Ax} \cdot L - F_{Ay} \cdot L + q \cdot L \cdot L / 2 = 0 \\ & F_{Ax} = -q \cdot L / 2 + F_{Ay} = -1 \cdot 1 / 2 + 2 = 1.5 \text{ kN} \\ \sum X_i=0: & F_{Ax} + F_{Bx} = 0 \quad F_{Bx} = -F_{Ax} = -1.5 \text{ kN} \\ \sum Y_i=0: & F_{Ay} + F_{By} - q \cdot L = 0 \quad F_{By} = -F_{Ay} + q \cdot L = -2 + 1 \cdot 1 = -1 \text{ kN}\end{aligned}$$

研究对象：整体

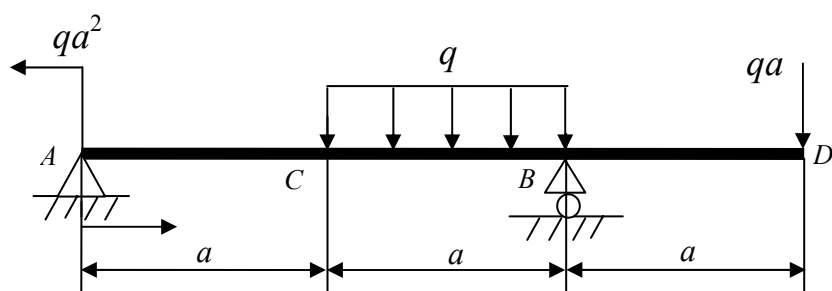
$$\sum X_i=0: F_{Ax} + F_{Cx} = 0 \quad F_{Cx} = -F_{Ax} = -1.5 \text{ kN}$$

所以，A 点的约束反力： $F_{Ax} = 1.5 \text{ kN}$ ， $F_{Ay} = 2 \text{ kN}$

C 点的约束反力： $F_{Cx} = -1.5 \text{ kN}$ ， $F_{Cy} = 0 \text{ kN}$

B 点的内力： $F_{Bx} = -1.5 \text{ kN}$ ， $F_{By} = -1 \text{ kN}$

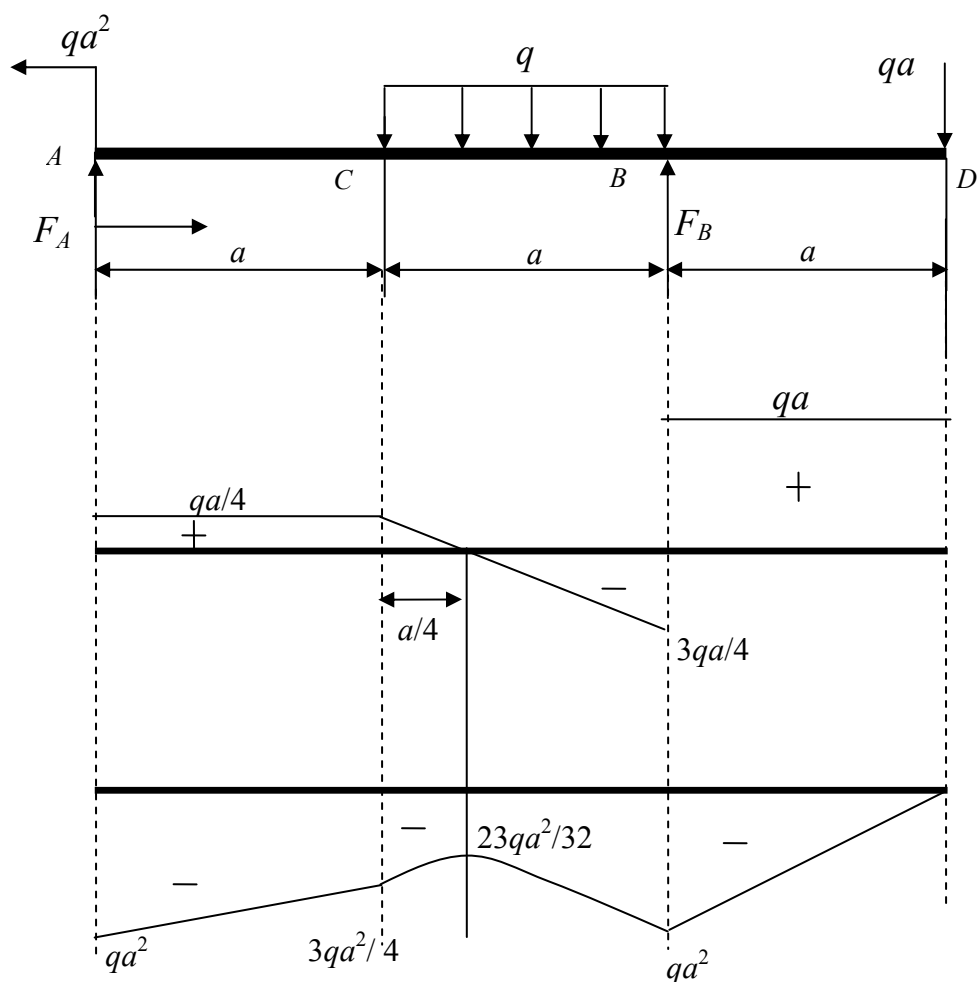
五、外伸梁的受力如图所示，已知： $q = 1 \text{ kN/m}$ 和 $a = 1 \text{ m}$ ，试画出梁的剪力图和弯矩图。（12 分）



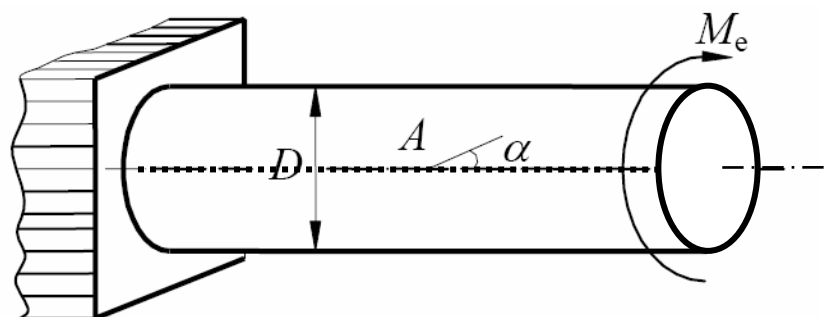
解：求支反力（2 分）

$$\sum m_A = 0: F_B \cdot 2a + qa^2 - qa \cdot 3a/2 - qa \cdot 3a = 0 \quad F_B = 7qa/4$$

$$\sum m_B = 0: -F_A \cdot 2a + qa^2 + qa \cdot a/2 - qa \cdot a = 0 \quad F_A = qa/4$$

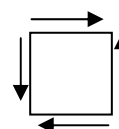


六、如图所示，圆轴一端固定，另一端受到外力偶矩 $M_e=2.5 \text{ kNm}$ 的作用，圆轴直径 $D=60 \text{ mm}$ 。1) 若 $[\tau]=60\text{MPa}$ ，试校核轴的强度；2) 试画出圆轴外表面的一点 A 点的应力状态；3) 若 $E=200\text{GPa}$ ， $\mu=0.28$ ，试求在 A 点与母线成 $\alpha=30^\circ$ 方向上的正应变。(10 分)



解：1) 圆轴的最大扭矩: $T = M_e = 2.5 \text{ kNm}$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{W_p} = \frac{16T}{\pi D^3} = \frac{16 * 2.5 * 1000}{\pi * (60 * 10^{-3})^3} = 58.946 \text{ MPa} \leq [\tau]$$



轴的强度满足要求。

2) A点的应力状态如下：

3) 切应力为 $\tau_x = -58.946 \text{ MPa}$ ，则 30° 方向的方位面上的正应力为：

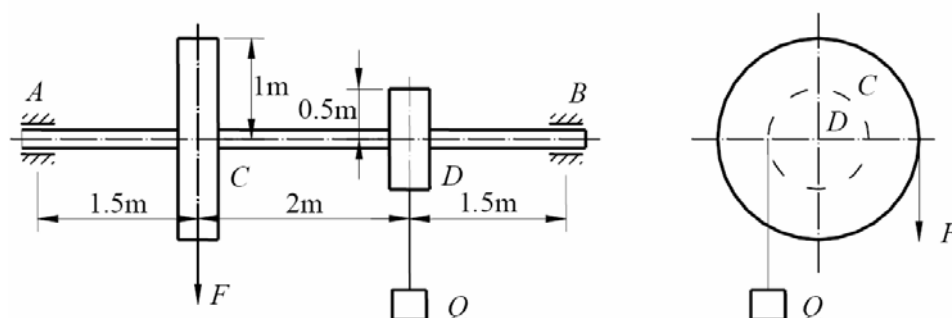
$$\sigma_{30^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha = \frac{0+0}{2} + \frac{0-0}{2} \cos(2 * 30^\circ) - (-58.946) \sin(2 * 30^\circ) \\ = 51.049 \text{ MPa}$$

-60° 方向的方位面上的正应力为：

$$\sigma_{-60^\circ} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha - \tau_x \sin 2\alpha = \frac{0+0}{2} + \frac{0-0}{2} \cos(-2 * 60^\circ) - (-58.946) \sin(-2 * 60^\circ) \\ = -51.049 \text{ MPa}$$

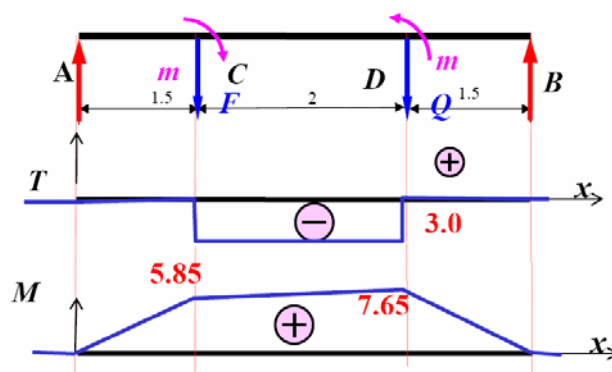
$$30^\circ \text{ 方向的正应变为 } \varepsilon_{30^\circ} = \frac{1}{E} (\sigma_{30^\circ} - \mu \sigma_{-60^\circ}) = \frac{1}{200 \times 10^9} [51.049 \times 10^6 - 0.28 * (-51.049 \times 10^6)] = 3.3 \times 10^{-4}$$

七、如图，轴上安装有 C 和 D 两个轮子，不计轮子和轴的重力， C 轮半径为 1.0m ， D 轮半径为 0.5m ， D 轮上悬挂一重物 Q ， C 轮受到绳的拉力 $F=3.0\text{kN}$ ，该轴处于平衡状态。若 $[\sigma]=120\text{MPa}$ ，试按第三强度理论设计轴的直径。(10 分)



解：1) 求支反力： $F_A=3.9\text{kN}$ ； $F_B=5.1\text{kN}$

2) 画内力图



3) 设计

弯扭组合，圆轴，危险截面为 D 截面

$$\sigma_{r3} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{W} = \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi d^3}{32}} \leq [\sigma]$$

$$d^3 \geq \frac{\sqrt{M^2 + T^2}}{\frac{\pi}{32}[\sigma]} = \frac{32\sqrt{M^2 + T^2}}{\pi[\sigma]} = \frac{32\sqrt{7.65^2 + 3.0^2} \text{ kNm}}{\pi 120 \text{ MPa}}, \quad d \geq 88.68 \text{ mm}$$